

#2/Perisoy
2/14/02
C. McKenney
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Kai CHEN et al.**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **December 5, 2001**

1000 U.S. PTO
10/002000
12/05/01

For: **AXIS DETERMINATION APPARATUS, FILM-THICKNESS MEASUREMENT APPARATUS, DEPOSITION APPARATUS, AXIS DETERMINATION METHOD, AND FILM-THICKNESS MEASUREMENT METHOD**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

December 5, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

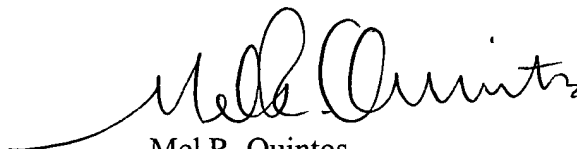
Japanese Appln. No. 2000-372456, filed on December 7, 2000

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI
MCLELAND & NAUGHTON, LLP



Mel R. Quintos
Reg. No. 31,898

Atty. Docket No.: 011593
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
MRQ/yap

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1000 U.S. PTO
10/002000
12/05/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-372456

出 願 人

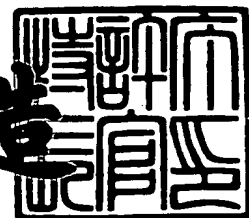
Applicant(s):

株式会社アルバック

2001年 9月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3088409

【書類名】 特許願

【整理番号】 00-0177

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B24B 7/20

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 日本真空技術株式
会社内

【氏名】 陳 凱

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 日本真空技術株式
会社内

【氏名】 大村 文彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 日本真空技術株式
会社内

【氏名】 南津 顕仁

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 日本真空技術株式
会社内

【氏名】 中村 静雄

【特許出願人】

【識別番号】 000231464

【氏名又は名称】 日本真空技術株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102875

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 1 8 号 虎ノ門興業ビル 3
階

【弁理士】

【氏名又は名称】 石島 茂男

【電話番号】 03-3592-8691

【選任した代理人】

【識別番号】 100106666

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目2番18号 虎ノ門興業ビル
3階

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 英樹

【電話番号】 03-3592-8691

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040051

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714322

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軸出し装置、膜厚測定装置、成膜装置、軸出し方法及び膜厚測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円形の基板の表面における中心軸線を求めるように構成された軸出し装置であって、

前記基板を表面に載置して支持できるように構成された支持台と、

前記支持台を、前記支持台の表面を含む面内で回転できるように構成された駆動機構と、

前記支持台の周縁部近傍に配置された発光装置と、

前記発光装置と対向して前記支持台の周縁部近傍に配置された受光装置とを有し、

前記発光装置は、前記受光装置に向けて光を発することができるように構成された軸出し装置。

【請求項 2】 前記受光装置は、前記発光装置及び前記受光装置の間に、前記基板の周縁部に設けられた切り欠きが位置したときに、前記切り欠きを通して前記発光装置が発光した光を受光できる位置に配置された請求項 1 記載の軸出し装置。

【請求項 3】 円形の基板の表面における中心軸線を求めるように構成された軸出し装置であって、

前記基板を表面に載置して支持できるように構成された支持台と、

略直方体状に形成され、前記支持台の中心を中心とする一つの円周上に配置された支持部材と、前記支持部材の下方に、前記中心方向に突出して設けられた突出部材とを備え、前記基板の周縁部が前記突出部材上に乗った状態で前記基板を支持できるように構成されたリフタと、

前記リフタを前記支持台の近傍で昇降させられるように構成された昇降機構とを有し、

前記支持部材には、前記突出部材の突出方向に傾いた傾斜面が設けられ、

前記リフタは、前記基板を支持した状態で前記支持台より下方に降下すると、

前記基板を、前記支持台の表面に載せ替えられるように構成されたことを特徴とする軸出し装置。

【請求項 4】前記支持台は、前記基板を吸着させられるように構成された請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の軸出し装置。

【請求項 5】請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の軸出し装置と、基板の表面に形成された導電性薄膜の膜厚を測定できるように構成された測定装置とを有し、

前記測定装置は、前記軸出し装置によって求められた前記中心軸線に基づいて、基板表面における測定位置を求め、該測定位置で前記導電性薄膜の膜厚を測定できるように構成された膜厚測定装置。

【請求項 6】前記測定装置は、膜厚センサと、電源と、測定器とを有し、前記膜厚センサは、測定コイルを備え、

前記電源は、前記基板が前記測定コイルと近接したときに前記測定コイルに交流電圧を印加し、前記基板表面の導電性薄膜に渦電流を生成させるように構成され、

前記測定器は、前記渦電流の影響により前記測定コイルに生じる信号を測定するように構成された請求項 5 記載の膜厚測定装置。

【請求項 7】前記膜厚センサは、基準コイルと、二個の基準抵抗とを有し、前記基準コイルは、前記測定コイルに直列接続され、前記測定コイルと前記基板とが対向したときに、前記基板に対して、前記測定コイルよりも遠く位置するように配置され、

前記二個の基準抵抗は、互いに直列接続され、

前記二個の基準抵抗の直列接続回路と、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路とは、互いに並列に接続され、

前記測定器は、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路の両端に交流電圧が印加されたときに、前記測定コイル及び基準コイルが接続された部分と、前記二個の基準抵抗が互いに接続された部分との間の電位差を、前記測定コイルに生じる信号として測定するように構成された請求項 6 記載の膜厚測定装置。

【請求項 8】円形の基板の表面に薄膜を成膜することができるように構成さ

れた成膜手段と、

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項記載の膜厚測定装置とを備えた成膜装置

【請求項 9】周縁部の一部に切り欠きを有する円形の基板の表面における中心軸線を求める軸出し方法であって、

前記基板の表面における中心を求め、

前記基板の周縁部を挟むように発光装置と受光装置を対向配置させ、前記基板の表面における中心を中心として、前記表面を含む面内で前記基板を回転させながら、前記発光装置から前記基板の周縁部に光を照射し、前記光が前記切り欠きを通して前記受光装置に受光されるか否かにより前記切り欠きの位置を検出し、

前記切り欠きの位置と前記表面における中心とから、前記基板の表面における中心軸線を求めることを特徴とする軸出し方法。

【請求項 10】請求項 9 記載の軸出し方法により、周縁部の一部に切り欠きが設けられ、表面に薄膜が形成された円形の基板の表面における中心軸線を求め

前記中心軸線に基づいて、前記基板の表面における測定位置を求め、該測定位置における前記導電性薄膜の膜厚を測定することを特徴とする膜厚測定方法。

【請求項 11】前記基板と近接する位置に測定コイルを配置し、

前記測定コイルに交流電圧を印加して、前記基板表面の導電性薄膜に渦電流を生成させ、

前記渦電流の影響により前記測定コイルに生じる信号を検出し、前記信号に基づいて、前記導電性薄膜の膜厚を求めることを特徴とする請求項 10 記載の膜厚測定方法。

【請求項 12】前記基板に対して前記測定コイルよりも遠い位置に、前記測定コイルと直列接続された基準コイルを配置し、二個の基準抵抗を直列接続し、前記二個の基準抵抗の直列接続回路と、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路とを並列に接続してマクスウェルのインダクタンスブリッジを構成しておき、

前記マクスウェルのインダクタンスブリッジを用いて、前記測定コイルのイン

ダクタンズ成分の変化を求めることで、前記測定コイルに生じる信号を検出することを特徴とする請求項 1 1 記載の膜厚測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軸出し装置、膜厚測定装置、成膜装置、軸出し方法及び膜厚測定方法に関し、特に、円形のウエハの表面に成膜された導電性薄膜の膜厚を複数箇所測定して、膜厚分布を求める技術の改善に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体装置の製造においては、略円形状のウエハが用いられている。

図 3 2 (a)、(b)の符号 1 5 0 に、表面に薄膜が成膜されたウエハを示す。図 3 2 (b)は同図(a)の X-X 線断面図である。このウエハ 1 5 0 は、シリコンからなり、円形状に形成され、周縁部の一部に三角形の切り欠き(以下ノッチと称する。) 1 5 3 が形成された基板 1 5 1 の表面に、導電性薄膜からなる薄膜 1 5 2 が成膜されてなる。

【0 0 0 3】

かかる薄膜 1 5 2 が、基板 1 5 1 表面において一定膜厚で成膜されているかを知るためには、ウエハ 1 5 0 表面の複数箇所で薄膜 1 5 2 の膜厚を測定して膜厚分布を求め、各箇所で測定した膜厚の間にどの程度の差があるかを知る必要がある。

【0 0 0 4】

図 3 3 (a)、(b)を参照しながら、従来の膜厚分布を求める一方法である段差法について説明する。図 3 3 (b)は同図(a)の Y-Y 線断面図である。段差法では、ウエハ 1 5 0 表面に薄膜 1 5 2 を成膜した後に、成膜装置からウエハ 1 5 0 を取り出し、ウエハ 1 5 0 表面の所定位置(ここではウエハ 1 5 0 の中心点と、ウエハ表面における中心軸線上の両端)の薄膜 1 5 2 をエッチングして、図 3 3 (a)に示すように複数の開口 1 5 6₁~1 5 6₅を形成して基板 1 5 1 表面を露出させる。その後、検針 1 7 1 を各開口 1 5 6₁~1 5 6₅付近で移動させ、開口 1

5 6₁ ~ 1 5 6₅ 上とそれ以外の箇所の導電性薄膜との間の段差を測定することにより各開口 1 5 6₁ ~ 1 5 6₅ 付近の薄膜の膜厚を求め、膜厚分布を求めている。

【0 0 0 5】

かかる段差法では、一度ウエハ 1 5 0 を成膜装置から取り出し、上述した所定位置をエッチングして開口を形成し、その後、開口付近で検針を移動させなければならぬので、作業が非常に煩雑になってしまうという問題が生じていた。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記従来技術の不都合を解決するために創作されたものであり、その目的は、円形の基板の中心軸を短時間で正確に求め、基板表面に成膜された薄膜の膜厚分布を精度良く求めることができる技術を提供することにある。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 記載の発明は、円形の基板の表面における中心軸線を求めるように構成された軸出し装置であって、前記基板を表面に載置して支持できるように構成された支持台と、前記支持台を、前記支持台の表面を含む面内で回転できるように構成された駆動機構と、前記支持台の周縁部近傍に配置された発光装置と、前記発光装置と対向して前記支持台の周縁部近傍に配置された受光装置とを有し、前記発光装置は、前記受光装置に向けて光を発することができるように構成されている。

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の軸出し装置であって、前記受光装置は、前記発光装置及び前記受光装置の間に、前記基板の周縁部に設けられた切り欠きが位置したときに、前記切り欠きを通して前記発光装置が発光した光を受光できる位置に配置されている。

請求項 3 記載の発明は、円形の基板の表面における中心軸線を求めるように構成された軸出し装置であって、前記基板を表面に載置して支持できるように構成された支持台と、略直方体状に形成され、前記支持台の中心を中心とする一つの円周上に配置された支持部材と、前記支持部材の下方に、前記中心方向に突出して設けられた突出部材とを備え、前記基板の周縁部が前記突出部材上に乗った状

態で前記基板を支持できるように構成されたりフタと、前記リフタを前記支持台の近傍で昇降させられるように構成された昇降機構とを有し、前記支持部材には、前記突出部材の突出方向に傾いた傾斜面が設けられ、前記リフタは、前記基板を支持した状態で前記支持台より下方に降下すると、前記基板を、前記支持台の表面に載せ替えられるように構成されたことを特徴とする。

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の軸出し装置であって、前記支持台は、前記基板を吸着させられるように構成されている。

請求項 5 記載の発明は、膜厚測定装置であって、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の軸出し装置と、基板の表面に形成された導電性薄膜の膜厚を測定できるように構成された測定装置とを有し、前記測定装置は、前記軸出し装置によって求められた前記中心軸線に基づいて、基板表面における測定位置を求め、該測定位置で前記導電性薄膜の膜厚を測定できるように構成されている。

請求項 6 記載の発明は、請求項 5 記載の膜厚測定装置であって、前記測定装置は、膜厚センサと、電源と、測定器とを有し、前記膜厚センサは、測定コイルを備え、前記電源は、前記基板が前記測定コイルと近接したときに前記測定コイルに交流電圧を印加し、前記基板表面の導電性薄膜に渦電流を生成させるように構成され、前記測定器は、前記渦電流の影響により前記測定コイルに生じる信号を測定するように構成されている。

請求項 7 記載の発明は、請求項 6 記載の膜厚測定装置であって、前記膜厚センサは、基準コイルと、二個の基準抵抗とを有し、前記基準コイルは、前記測定コイルに直列接続され、前記測定コイルと前記基板とが対向したときに、前記基板に対して、前記測定コイルよりも遠く位置するように配置され、前記二個の基準抵抗は、互いに直列接続され、前記二個の基準抵抗の直列接続回路と、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路とは、互いに並列に接続され、前記測定器は、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路の両端に交流電圧が印加されたときに、前記測定コイル及び基準コイルが接続された部分と、前記二個の基準抵抗が互いに接続された部分との間の電位差を、前記測定コイルに生じる信号として測定するように構成されている。

請求項 8 記載の発明は、成膜装置であって、円形の基板の表面に薄膜を成膜す

ることができるように構成された成膜手段と、請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項記載の膜厚測定装置とを備えている。

請求項 9 記載の発明は、周縁部の一部に切り欠きを有する円形の基板の表面における中心軸線を求める軸出し方法であって、前記基板の表面における中心を求め、前記基板の周縁部を挟むように発光装置と受光装置を対向配置させ、前記基板の表面における中心を中心として、前記表面を含む面内で前記基板を回転させながら、前記発光装置から前記基板の周縁部に光を照射し、前記光が前記切り欠きを通して前記受光装置に受光されるか否かにより前記切り欠きの位置を検出し、前記切り欠きの位置と前記表面における中心とから、前記基板の表面における中心軸線を求めることを特徴とする。

請求項 1 0 記載の発明は、膜厚測定方法であって、請求項 9 記載の軸出し方法により、周縁部の一部に切り欠きが設けられ、表面に薄膜が形成された円形の基板の表面における中心軸線を求め、前記中心軸線に基づいて、前記基板の表面における測定位置を求め、該測定位置における前記導電性薄膜の膜厚を測定することを特徴とする。

請求項 1 1 記載の発明は、請求項 1 0 記載の膜厚測定方法であって、前記基板と近接する位置に測定コイルを配置し、前記測定コイルに交流電圧を印加して、前記基板表面の導電性薄膜に渦電流を生成させ、前記渦電流の影響により前記測定コイルに生じる信号を検出し、前記信号に基づいて、前記導電性薄膜の膜厚を求めることを特徴とする。

請求項 1 2 記載の発明は、請求項 1 1 記載の膜厚測定方法であって、前記基板に対して前記測定コイルよりも遠い位置に、前記測定コイルと直列接続された基準コイルを配置し、二個の基準抵抗を直列接続し、前記二個の基準抵抗の直列接続回路と、前記測定コイル及び前記基準コイルの直列接続回路とを並列に接続してマクスウェルのインダクタンスブリッジを構成しておき、前記マクスウェルのインダクタンスブリッジを用いて、前記測定コイルのインダクタンス成分の変化を求めることで、前記測定コイルに生じる信号を検出することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の軸出し装置は、支持台と、支持台を回転できるように構成された駆動

機構と、支持台の周縁部近傍に配置された発光装置と、支持台の表面を含む面を挟んで発光装置と対向配置された受光装置とを有しており、周縁部に切り欠きを有する円形基板が支持台に支持された状態で、発光装置及び受光装置の間に、前記円形基板の切り欠きが位置すると、受光装置は、発光装置から発光された光を受光できるように構成されている。

【 0 0 0 9 】

このように構成することにより、支持台を回転させて基板を回転させると、周縁部の切り欠きが発光装置と受光装置との間に位置したときにのみ発光装置から発光された光を受光装置が受光するので、発光装置及び受光装置によって、切り欠きの位置を検出することができる。切り欠きは基板の周縁部に設けられているので、予め基板の中心の位置を求めておき、この基板の中心の位置と、検出された切り欠きの位置とを結ぶことにより、基板表面における中心軸線を求めることができる。

【 0 0 1 0 】

なお、本発明の軸出し装置において、支持部材と、支持部材に設けられた突出部材とを備え、支持部材には突出部材に向けてなだらかな傾斜面が設けられ、突出部材には基板の周縁部分が乗るように構成されたリフタを有し、かつリフタから基板を支持台上に載せ替える際に、リフタの仮想的な中心が、支持台の中心と重なるように構成してもよい。

【 0 0 1 1 】

このように構成することにより、リフタ上に基板を載せると、なだらかな傾斜面によって基板は突出部材上に落とし込まれ、基板の周縁部が突出部材上に乗った状態でリフタの所定位置に位置し、基板の中心がリフタの仮想的な中心と一致した状態で、基板がリフタに支持される。

【 0 0 1 2 】

この場合、リフタから基板を支持台上に載せ替えるときに、支持台の中心にリフタの仮想的な中心が重なるようにすることで、基板の中心が、支持台の中心と一致することになる。従って、かかるリフタにより基板の中心の位置を知ることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の膜厚測定装置によれば、本発明の軸出し装置と、円形基板の表面に形成された導電性薄膜の膜厚を測定できるように構成された測定装置とを有し、測定装置は、軸出し装置によって求めた中心軸線に基づいて、基板表面上で移動できるように構成されている。

【 0 0 1 4 】

このように構成することにより、軸出し装置で基板表面の中心軸線を求めれば、その中心軸線を座標軸として、基板表面における座標を設定することができ、基板表面における所定の測定位置を知ることができる。これにより、複数の測定位置における薄膜の膜厚を求めることにより、薄膜の膜厚分布を求めることができる。

【 0 0 1 5 】

なお、本発明の膜厚測定装置において、測定装置は、膜厚センサと、電源と、測定器とを有し、膜厚センサは、測定コイルを備え、電源は、基板が測定コイルと近接したときに測定コイルに交流電圧を印加し、基板表面の導電性薄膜に渦電流を生成させるように構成され、測定器は、前記渦電流の影響により前記測定コイルに生じる信号を測定するように構成してもよい。

【 0 0 1 6 】

このように構成し、膜厚センサ内に設けられた測定コイルを基板と近接するように配置し、その状態で測定コイルに交流電圧を印加して基板に渦電流を生じさせ、基板に生じた渦電流の影響を受けた測定コイルに生じる信号、例えばインダクタンス成分の変化量を求めることで、基板表面に成膜された薄膜の膜厚を求めることができる。

【 0 0 1 7 】

かかる測定コイルのインダクタンス成分の変化量は、インダクタンスブリッジを用いた高感度測定回路により求めている。

図 5 は、本発明におけるインダクタンス成分の測定原理を説明するためのブロック図であり、符号 3 0 は、マクスウェルのインダクタンスブリッジを示している。

【 0 0 1 8 】

このインダクタンスブリッジ 3 0 は、直列接続された 2 個の基準抵抗 3 4、3 5 と、直列接続された基準コイル 3 2 及び測定コイル 3 1 が、並列接続されて構成されている。

【 0 0 1 9 】

インダクタンスブリッジ 3 0 のバランスが取れている場合、インダクタンスブリッジ 3 0 の入力端子 4 1、4 2 の間に交流電圧源 3 6 を接続し、インダクタンスブリッジ 3 0 に交流電圧 V_D を印加しても、インダクタンスブリッジ 3 0 の出力端子 4 3、4 4 の間に電圧は現れない。

【 0 0 2 0 】

インダクタンスブリッジ 3 0 のバランスが取れた状態で、測定コイル 3 1 に基板 5 0 を近づけると、基板 5 0 に渦電流が生じ、その影響によって測定コイル 3 1 のインダクタンス値が変化し、バランスがくずれて出力端子 4 3、4 4 間に電圧 V_S が現れる。

【 0 0 2 1 】

インダクタンスブリッジ 3 0 に印加する交流電圧 V_D を、

$$V_D = V_{D0} \cdot \exp(i \omega t)$$

で表した場合、出力端子 4 3、4 4 間に現れる電圧 V_S は、

【 0 0 2 2 】

$$V_S = V_{S0} \cdot \exp(i \omega t + \phi) = V_{S0} \cdot \exp(i \omega t) \cdot \cos(\phi) + i \cdot V_{S0} \cdot \exp(i \omega t) \cdot \sin(\phi)$$

となる。

【 0 0 2 3 】

この電圧 V_S の、入力電圧 V_D に同期した位相の電圧と、 90° ずれた位相の電圧とを測定し、その比から、測定コイル 3 1 のインダクタンス成分の大きさの変化分が求められる。

【 0 0 2 4 】

インダクタンス成分の変化量は、基板 5 0 中の渦電流損失を表しており、交流電圧 V_D の周波数は既知であるから、基板 5 0 や基板 5 0 表面の金属薄膜の比抵

抗が既知であれば、その金属薄膜の膜厚が求められる。

【0025】

図8のグラフは、インダクタンス成分の変化量と、基板表面の銅薄膜の膜厚の関係の一例を示すグラフである。印加した交流信号の周波数は2MHzであり、交流電圧 V_D の大きさは数V程度である。

【0026】

このグラフから分かるように、測定コイル31のインダクタンス成分の変化量は、基板表面の銅薄膜の膜厚に応じて変化するため、予め、インダクタンス成分の変化量と膜厚との関係を測定しておき、基板のない状態か、または薄膜が成膜される前の基板に測定コイルを近づけてインダクタンス成分の変化量を測定しておき、基板表面に銅薄膜を成膜し、成膜後の基板を測定コイルに近づけ、測定コイルのインダクタンス成分の変化量を求めると、求められたインダクタンス成分の変化量から、成膜された薄膜の膜厚を求めることができる。

【0027】

このように本発明の膜厚測定方法では、測定コイルを基板に近接させ、基板表面の導電性薄膜中に渦電流を生じさせ、この渦電流による測定コイルのインダクタンス成分の変化量に応じて、導電性薄膜の膜厚を求めているので、正確に実際の膜厚を求めることができ、また、インダクタンス成分の変化量を求めることで薄膜の膜厚を求めているので、ごく短時間で所定位置の膜厚を求めることができる。

【0028】

また、本発明の成膜装置によれば、成膜手段と、本発明の膜厚測定装置を有しているので、一個の成膜室内で、基板を装置外へと取り出すことなく成膜された薄膜の膜厚を測定し、膜厚分布を求めることができる。

【0029】

本発明の軸出し方法においては、まず基板の中心を検出した後、基板の周縁部に設けられた切り欠きの位置を検出しているので、切り欠きの位置と基板の中心の位置とを結ぶことにより、基板の表面における中心軸線を求めることができる。

【 0 0 3 , 0 】

また、本発明の膜厚測定方法によれば、膜厚測定に先だって、中心軸線を求めている。このように構成することにより、基板の中心軸線に基づいて基板表面の所定の位置を知ることができ、その中心軸線に基づいて、例えば基板表面の両端部や、中心位置等のような基板表面の所定の箇所を求めることができるので、所定の箇所における薄膜の膜厚を求めることができる。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下で図面を参照し、本発明の実施形態について説明する。

図 1 の符号 1 に、本発明の一実施形態に係るめっき成膜装置を示す。

この装置は、処理室 2 を有しており、処理室 2 の内部に、ローダ 3、アンローダ 4、搬送ロボット 9、第 1 の成膜チャンバ 5、第 2 の成膜チャンバ 6、洗浄槽 7、スピン乾燥装置 8 及び膜厚測定装置 1 1 が配置されることで構成されている。

【 0 0 3 2 】

第 1、第 2 の成膜チャンバ 5、6 は、それぞれの内部に薬液と電極とが配置されためっき槽であって、表面に種となる膜が成膜されたウエハを電極に接続し、薬液中に漬けて電極に電圧を印加すると、めっき法で、種となる膜の表面に金属薄膜を成長させられるように構成されている。

【 0 0 3 3 】

洗浄槽 7 は、その内部に洗浄液とかくはん機構が配置されており、内部で成膜後のウエハを洗浄液に漬けてかくはんすることにより、ウエハを洗浄することができるように構成されている。また、スピン乾燥装置 8 は、図示しないスピントーブルを有しており、洗浄後のウエハをスピントーブル上に支持させて回転させることにより、ウエハ表面に付着した洗浄液などを飛ばしてウエハを乾燥させることができるように構成されている。

【 0 0 3 4 】

搬送ロボット 9 は、図示しないロボットハンドを有しており、このロボットハンド上にウエハを保持した状態で、ローダ 3、アンローダ 4、第 1 の成膜チャン

バ 5、第 2 の成膜チャンバ 6、洗浄槽 7、スピン乾燥装置 8 及び膜厚測定装置 1 1 の間でロボットハンドを移動させることにより、各装置間に基板を搬送させられるように構成されている。

【 0 0 3 5 】

膜厚測定装置 1 1 の構成を図 2、図 3 に示す。図 2 は図 3 の A - A 側からみた概念図である。この膜厚測定装置 1 1 は、軸出し部 9 3 と、膜厚測定部 9 5 とを有している。

【 0 0 3 6 】

軸出し部 9 3 は、支持台 1 3 と、回転軸 6 0 と、回転機構 2 1 と、真空ポンプ 2 4 と、昇降機構 2 3 と、リフタ 1 4 と、リング板 1 4 b と、昇降軸 2 6 と、発光装置 1 5₁ と受光装置 1 5₂ とを有している。

【 0 0 3 7 】

処理室 2 の内部底面には、二種類の孔が間隔をおいて設けられており、各孔には、回転軸 6 0 及び昇降軸 2 6 がそれぞれ鉛直に挿通されている。処理室 2 の外部には、それぞれ回転機構 2 1 と昇降機構 2 3 とが配置されており、それぞれが回転軸 6 0 の下端及び昇降軸 2 6 の下端と接続されている。

【 0 0 3 8 】

回転軸 6 0 の上端部には、円板状の支持台 1 3 が水平に取り付けられている。

支持台 1 3 は、その中心が上述した回転軸 6 0 の中心軸線と一致するように配置されており、回転機構 2 1 を駆動すると、回転軸 6 0 が回転して、支持台 1 3 の中心を中心として、水平面内で支持台 1 3 を回転させられるように構成されている。

【 0 0 3 9 】

上述した昇降軸 2 6 の上端部には、リング板 1 4 b が取り付けられている。リング板 1 4 b は、図 9 (a) にその平面図を示すように、その中心が支持台 1 3 の中心 9 0 と一致するように昇降軸 2 6 上に配置されている。かつリング板 1 4 b の内周 1 4 d の径は、支持台 1 3 の直径よりも大きくなっているため支持台 1 3 の縁 1 3 a とリング板 1 4 b の内周 1 4 d との間には隙間 1 3 b が空き、昇降機構 2 3 を動作させると、リング板 1 4 b は、支持台 1 3 近傍の外側で、支持台 1

3と衝突することなく鉛直方向に上下動できるように構成されている。かかるリング板14bの上端部にはリフタ14₁～14₄が位置している。

【0040】

リフタ14₁～14₄の構成の詳細を、図9(a)、(b)に示す。図9(b)は図9(a)のC-C線断面図である。なお、図9(a)、(b)には簡単のため昇降軸26は図示していない。

【0041】

各リフタ14₁～14₄は、それぞれが支持部材29₁～29₄と、突出部材28₁～28₄とを有している。

各支持部材29₁～29₄は、略直方体状に形成されており、それぞれの一面が、支持台13の中心90を中心とする一つの円88の円周上に位置するように配置されている。この一面を以下で直立面と称し、それぞれ符号69₁～69₄に示す。

【0042】

各直立面69₁～69₄の下方には、支持台13の中心90に向けて突出するように突出部材28₁～28₄が設けられている。各突出部材28₁～28₄の上面は水平にされ、底面は支持部材29₁～29₄の底面とともにリング板14b表面に固定されている。支持部材29₁～29₄及び突出部材28₁～28₄はともにリング板14bの内周側にははみ出さないように配置されており、昇降機構23が動作してリング板14bが昇降すると、各リフタ14₁～14₄はリング板14bとともに支持台13の周縁部近傍で、支持台13と衝突することなく昇降できるように構成されている。

【0043】

上述した支持台13は、表面が平坦に形成されており、その表面にウエハを載置できるように構成されている。この表面には図示しない多数の孔が形成されている。これらの孔は処理室2外部に配置された真空ポンプ24に通じており、ウエハを表面に載置した状態で真空ポンプ24を起動すると、ウエハを支持台13表面に真空吸着することができるよう構成されている。

【0044】

また、膜厚測定部 9 5 は、測定センサ部 1 6 と、アーム 1 7 と、回転軸 1 8 と、駆動機構 2 2 と、測定装置 2 5 とを有している。

処理室 2 の内部底面には、孔が設けられ、この孔には、回転軸 1 8 が鉛直に挿通されている。この回転軸 1 8 の下端部は、処理室 2 の外部に配置された駆動機構 2 2 に接続され、回転軸 1 8 の上端部には、水平配置されたアーム 1 7 の末端部が接続されており、駆動機構 2 2 を駆動すると、回転軸 1 8 を回転させてアーム 1 7 を水平方向に回転させられるように構成されている。

【 0 0 4 5 】

アーム 1 7 の先端部には、測定センサ部 1 6 が設けられている。このアーム 1 7 は、駆動機構 2 2 によってその延伸方向に伸縮できるように構成されており、駆動機構 2 2 を駆動すると、アーム 1 7 の延伸方向に沿って測定センサ部 1 6 を伸縮させることにより、アーム 1 7 の先端部を水平面内で移動させられるように構成されている。このアーム 1 7 は、伸びた状態でその先端が支持台 1 3 の上方に位置し、縮んだ状態では、先端部が支持台 1 3 の上方から退避できるように構成されている。

【 0 0 4 6 】

測定センサ部 1 6 の構成を図 5 ～図 7 に示す。測定センサ部 1 6 は、筐体 4 0 a と、距離センサ 3 8 とを有している。

筐体 4 0 a は、円筒状に形成され、アーム 1 7 の先端部に取り付けられている。

【 0 0 4 7 】

この筐体 4 0 a 内には膜厚センサ 4 0 が設けられており、この膜厚センサ 4 0 は、図 5 に示すように、測定コイル 3 1 及び基準コイル 3 2 と、直列接続された二個の基準抵抗 3 4、3 5 を有している。測定コイル 3 1 と基準コイル 3 2 とは、図 7 に示すように、測定コイル 3 1 が、基準コイル 3 2 より下方に位置するよう筐体 4 0 a の鉛直方向の中心軸線を中心軸線として円筒状の筐体 4 0 a 内部に上下に配置されている。筐体 4 0 a には、鉛直方向の中心軸線を中心とする中空 4 0 b が設けられており、結果として、測定コイル 3 1 及び基準コイル 3 2 は、中空 4 0 b を中心として巻き回されるようになっている。

【0048】

測定コイル31及び基準コイル32は直列接続されており、その直列接続回路が、やはり直列接続された基準抵抗34、35の直列接続回路と並列に接続され、マクスウェルのインダクタンスブリッジ30を構成している。

【0049】

かかるインダクタンスブリッジ30は、直列接続された基準抵抗34、35の両端が入力端子となっている。図5の符号41、42にその入力端子を示す。また、測定コイル31と基準コイル32とが接続された部分と、二つの基準抵抗34、35が互いに接続された部分とが、それぞれインダクタンスブリッジ30の出力端子となっている。図5の符号43、44に、その出力端子を示す。このインダクタンスブリッジ30は、後述する測定装置25に接続されている。

【0050】

他方、距離センサ38は、図示しないレーザ射出部と受光部とを有している。この距離センサ38は、図7に示すように膜厚センサ40の上部に位置するようにアーム17の先端に取り付けられており、上述した筐体40aの中空40bの上に、レーザ射出部と受光部とが位置するように配置されている。レーザ射出部から、レーザ光Pを放出すると、そのレーザ光Pは図7に示すように、中空40bを通してその下方に位置する測定対象に照射され、測定対象から反射される反射光Lが中空40bを通して受光部で受光されることにより、放出されたレーザ光Pと反射光Lとの位相差を求めて測定装置25に出力することができるよう構成されている。

【0051】

測定装置25は、交流電圧源36と、膜厚測定器37と、距離測定器84とを有している。

交流電圧源36は、上述した膜厚センサ40内のインダクタンスブリッジ30の入力端子41、42に接続されており、交流電圧源36を起動すると、測定コイル31に交流電流を供給することができるよう構成されている。

【0052】

膜厚測定器37は、インダクタンスブリッジ30の出力端子43、44に接続

されており、出力端子43、44間に現れる電圧を測定することで、後述する測定コイル31のインダクタンス成分の変化量を求めることができるように構成されている。

【0053】

距離測定器84は、距離センサ38から出力された位相差に基づいて、後述するウエハ表面と測定センサ部16との間の距離を求めることができるように構成されている。こうして距離測定器84で求められた距離は、駆動機構22に出力される。駆動機構22は、アーム17を上下動させて、距離測定器84で求められた測定センサ部16と測定対象との距離を一定に保った状態にし、アーム17を水平方向に移動させられるように構成されている。

【0054】

上述しためっき成膜装置1で、第1の成膜チャンバ5のみを用いて単層の金属薄膜を成膜するには、まず、図4(a)に示すように円板状に形成され、その周縁部に三角形のノッチ53が設けられたウエハ50を、ローダ3内に入れる。すると、搬送ロボット9が起動して、ハンド55上にウエハ50が載せられる。その後ハンド55が支持台13上へと移動する。ハンド55が、支持台13上に位置したら、ハンド55は静止する。その状態を図11に示す。予め、リフタ14₁～14₄は、処理室2の内部底面に位置しており、ハンド55とは衝突しないようになっている。また、測定センサ部16は支持台13上からは退避しており、ハンド55と干渉しないようになっている。

【0055】

次に、リフタ14₁～14₄が上昇して、ウエハ50がリフタ14₁～14₄に接近する。

上述したリフタ14₁～14₄の各支持部材29₁～29₄には、図9(a)、(b)に示すように、突出部材28₁～28₄に向けてなだらかに傾斜した傾斜面39₁～39₄がそれぞれ設けられており、各傾斜面39₁～39₄は支持台13の中心に向いている。

【0056】

各傾斜面39₁～39₄の上端は、支持台13の中心90を中心とする円(以下

で上側円と称し、図 9 (a) の符号 8 8 a に示す。) 上に位置し、下端は直立面 6 9₁ ~ 6 9₄ に達し、支持台 1 3 の中心 9 0 を中心とし、上側円 8 8 a よりも小さい円 (以下で下側円と称し、図 9 (a) の符号 8 8 b に示す。) 上に位置している。このうち上側円 8 8 a の直径はウエハ 5 0 の直径より大きくなっている。

【 0 0 5 7 】

このため、リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ が上昇すると、図 1 0 (a) に示すように、ウエハ 5 0 の中心 9 1 が支持台 1 3 の中心 9 0 とずれているときには、リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ の各傾斜面 3 9₁ ~ 3 9₄ がまずウエハ 5 0 の下端部に当接する。

【 0 0 5 8 】

その後リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ が上昇すると、ウエハ 5 0 の下端部は各傾斜面 3 9₁ ~ 3 9₄ を滑り、ウエハ 5 0 の下端部がハンド 5 5 から完全に離れた状態では、図 1 0 (b) に示すように、ウエハ 5 0 は、突出部材 2 8₁ ~ 2 8₄ 上に落とし込まれる。上述した下側円 8 8 b の直径はウエハ 5 0 の直径と等しいか又はわずかに小さくなっており、このため、各傾斜面 3 9₁ ~ 3 9₄ の下方に位置する直立面 6 9₁ ~ 6 9₄ と、ウエハ 5 0 の側面とが当接した状態で突出部材 2 8₁ ~ 2 8₄ へと落とし込まれる。

【 0 0 5 9 】

上述した突出部材 2 8₁ ~ 2 8₄ の内周は、支持台 1 3 の中心 9 0 を中心とする円 (以下で突出円と称し、図 9 (a) の符号 8 8 c に示す。) 上に位置している。この突出円 8 8 c の直径は、ウエハ 5 0 の直径よりも小さくなっている。このため、ウエハ 5 0 が突出部材 2 8₁ ~ 2 8₄ 上へと落とし込まれると、ウエハ 5 0 の周縁部は、リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ から落ちることなく安定して保持されることになる。こうして安定した状態を図 1 2 に示す。

【 0 0 6 0 】

こうして落とし込まれることにより、図 1 0 (b)、(c) に示すようにウエハ 5 0 は、その側面が、直立面 6 9₁ ~ 6 9₄ と接触した状態になる。直立面 6 9₁ ~ 6 9₄ の上端は、図 9 (a) で説明した下端円 8 8 b 上に乗っており、下端円 8 8 b は支持台 1 3 の中心 9 0 と一致しているので、ウエハ 5 0 の中心 9 1 は、支持台 1 3 の中心 9 0 と一致することになる。なお図 1 0 (b) は図 1 0 (c) の D - D

線断面図である。

【 0 0 6 1 】

さらにリフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ が上昇して、ハンド 5 5 からウエハ 5 0 の裏面が完全に離れたら、ハンド 5 5 が支持台 1 3 上から退避し、ウエハ 5 0 がリフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ 上に載せ替えられる。その状態を図 1 3 に示す。

【 0 0 6 2 】

こうしてウエハ 5 0 がリフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ 上に完全に移し替えられたら、リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ は鉛直下方に下降し、ウエハ 5 0 の裏面は支持台 1 3 表面に当接する。さらにリフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ が下降すると、ウエハ 5 0 はリフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ から離れ、支持台 1 3 表面に載せ替えられる。この状態で、ウエハ 5 0 の中心は支持台 1 3 の中心と一致した状態を維持している。その後リフタ 1 4₁ ~ 1 4₄ はさらに下降し、処理室 2 の内部底面にまで達する。この状態を図 1 4 に示す。

【 0 0 6 3 】

ウエハ 5 0 が支持台 1 3 表面に乗ったら、真空ポンプ 2 4 を駆動してウエハ 5 0 を真空吸着する。

ウエハ 5 0 は、その径が支持台 1 3 の径よりも大きく、その周縁部は支持台 1 3 の周縁部から所定距離だけはみ出ている。こうしてはみ出したウエハ 5 0 の周縁部の上方には、発光装置 1 5₁ が配置されており、鉛直下方にレーザ光を放出できるようになっている。発光装置 1 5₁ の鉛直下方には受光装置 1 5₂ が配置されており、レーザ光を受光できるようになっている。発光装置 1 5₁ が、鉛直下方に向けてレーザ光を放出すると、レーザ光はウエハ 5 0 の周縁部に照射される。

【 0 0 6 4 】

支持台 1 3 の中心 9 0 はウエハ 5 0 の中心と一致しており、支持台 1 3 の中心 9 0 を中心としてウエハ 5 0 を回転させると、ウエハ 5 0 はその中心で回転する。発光装置 1 5₁ からレーザ光を照射した状態で、ウエハ 5 0 を回転させると、ウエハ 5 0 の外周部に設けられたノッチ 5 3 は、レーザ光の光路を横切るようになっていく。

【 0 0 6, 5 】

ノッチ 5 3 がレーザ光の光路を横切らない状態では、レーザ光はウエハ 5 0 の周縁部で遮られ、レーザ光は受光装置 1 5₂には到達せず、受光装置 1 5₂は受光できない。その状態を図 1 5 に示す。なお図 1 5 は図 2 5 の E - E 線断面図である。

【 0 0 6 6 】

ウエハ 5 0 が回転し、図 2 6 に示すようにノッチ 5 3 が発光装置 1 5₁の鉛直下方に位置して、レーザ光の光路を横切ると、レーザ光はノッチ 5 3 を介してウエハ 5 0 の下方にある受光装置 1 5₂に到達し、受光装置 1 5₂がレーザ光を受光する。その状態を図 1 6 に示す。図 1 6 は、図 2 6 の F - F 線断面図である。

【 0 0 6 7 】

受光装置 1 5₂がレーザ光を受光したら、回転機構 2 1 は支持台の回転を停止させる。この状態で、ウエハ 5 0 は、そのノッチ 5 3 が発光装置 1 5₁と受光装置 1 5₂との間に位置した状態で静止する。

【 0 0 6 8 】

支持台 1 3 上にウエハ 5 0 が載置された状態で、ウエハ 5 0 の中心は支持台 1 3 の回転中心と一致し、かつ、円形のウエハ 5 0 の周縁部の一部に設けられたノッチ 5 3 が検出されると、ノッチ 5 3 とウエハ 5 0 の中心とを結ぶ直線が、ウエハ 5 0 の表面における中心軸線として求められる。これにより、ウエハ 5 0 表面の任意の位置の座標は、ウエハ 5 0 の中心と、ウエハ 5 0 の中心軸線とから定めることができる。

【 0 0 6 9 】

アーム 1 7 の先端部は、ウエハ 5 0 上方で、その中心軸線と平行に直線移動するが、その直線移動と支持台 1 3 の回転運動とを組み合わせると、アーム 1 7 の先端部をウエハ 5 0 表面の任意の位置に移動させることができる。アーム 1 7 の先端部には、測定センサ部 1 6 が取り付けられているので、測定センサ部 1 6 はウエハ 5 0 表面の任意の座標位置に移動できる。後述する導電性薄膜の膜厚を測定すべき所定位置(以下で測定位置と称する。)は、予め設定されていて、その位置は、中心と中心軸線とから定まる座標に換算することができるので、測定セン

サ部 16 は、その測定位置に移動することができる。

【0070】

次いで、駆動機構 22 がアーム 17 を回転させ、その先端に取り付けられた測定センサ部 16 を、図 17 に示すように、測定位置の一つである、ウエハ 50 のノッチ 53 付近の端部の上方位置にまず位置させる。その後、距離測定器 84 で測定センサ部 16 とウエハ 50 表面との距離を測定し、アーム 17 を上下動させ、測定センサ部 16 とウエハ 50 表面との距離が所定距離になったら測定センサ 16 を静止させる。

次いで、交流電圧源 36 から測定コイル 31 に交流電圧を印加し、全ての測定位置における測定コイル 31 のインダクタンス成分の変化量の初期値を測定する。

【0071】

以上のように、距離を一定にした状態で、各測定位置におけるインダクタンス成分の変化量の初期値を測定する。図 18 は、測定センサ部 16 をウエハ 50 の中心付近で静止させた状態を示しており、図 19 は、中心軸線についてノッチ 53 と反対側の端部で測定センサ部 16 を静止させた状態を示している。図 27、図 28、図 29 は、図 17、図 18、図 19 の状態にあるアーム 17 及びウエハ 50 を上方からみた図である。

以上により、全ての測定位置におけるインダクタンス成分の変化量の初期値を順次求め、ウエハ 50 の位置と対応づけて記憶しておく。

【0072】

次に、搬送ロボット 9 によってウエハ 50 を第 1 の成膜チャンバ 5 に移し、ウエハ 50 の表面にめっき法で金属薄膜を成膜する。こうして金属薄膜が成膜された状態のウエハ 50 を図 4 (a)、(b) に示す。図 4 (b) は図 4 (a) の B-B 線断面図である。このウエハ 50 は、円形形状のシリコン基板 51 の表面に、金属薄膜 52 が成膜されている。

【0073】

こうして成膜処理が終了したら、搬送ロボット 9 がウエハ 50 を洗浄槽 7 に移す。ウエハ 50 は、洗浄槽 7 内部で洗浄される。

次いで、搬送ロボット9は、洗浄後のウエハ50をスピン乾燥装置8に移動させる。スピン乾燥装置8は、洗浄後のウエハ50を乾燥させる。ウエハ50が乾燥されたら、搬送ロボット9のハンドに、ウエハ50が水平状態で載せられる。

【0074】

その後、搬送ロボット9は、ウエハ50を再び膜厚測定装置11に移動させ、上述した動作で再びウエハ50表面の中心と中心軸線を求めた後に、インダクタンス成分の変化量の初期値を測定した測定位置に、順次測定センサ部16を移動させ、ウエハ50と測定センサ部16との距離を一定にし、それぞれの測定位置における測定コイル31のインダクタンス成分の変化量を測定する。

【0075】

ウエハ50表面に成膜された金属薄膜52の膜厚に応じて、測定コイル31のインダクタンス成分の変化量は変化する。測定器37には、上述した各測定位置における、インダクタンス成分の変化量と金属膜厚との対応関係が記憶されており、金属薄膜52が成膜された状態でのインダクタンス成分の変化量と、基板がない状態か、または金属薄膜52が成膜されていない状態でのインダクタンス成分の変化量の初期値との差分をとり、この差分を、上述した対応関係と照合することで、ウエハ50表面の各測定位置における薄膜の膜厚を、ウエハ50と非接触の状態で求めることができる。

【0076】

以上説明したように、本発明によれば、煩雑な手作業を要することなく、ウエハ50表面における中心軸線を求め、その中心軸線からウエハ50表面における所定の測定位置を求め、各測定位置で膜厚を測定して、膜厚分布を容易に求めることができる。このため、ウエハ表面の薄膜の所定位置をエッチングした後、検針を移動させていた従来に比して、膜厚分布を求める作業が非常に容易になる。また、従来と異なり、成膜装置から取り出すことなく膜厚分布を測定することができる。

【0077】

こうして、各測定位置における薄膜の膜厚が測定されたら、アーム17は再び回転して退避し、真空ポンプ24が停止して、ウエハ50の真空吸着状態を解除

する。その状態を図20に示す。

【0078】

次いで、リフタ14₁～14₄が上昇する。するとウエハ50の周縁部がリフタ14₁～14₄に当接する。その状態を図21に示す。

さらにリフタ14₁～14₄を上昇させると、ウエハ50は支持台13の表面から離れ、リフタ14₁～14₄上に載せ替えられる。リフタ14₁～14₄はその後所定位置で静止する。静止した状態を図22に示す。

【0079】

次いで、搬送ロボット9のハンド55が、リフタ14₁～14₄の下方に位置する。その状態を図23に示す。

次いで、リフタ14₁～14₄が下降すると、ウエハ50はリフタ14₁～14₄から離れ、ハンド55上に載せ替えられる。その状態を図24に示す。

【0080】

その後、搬送ロボット9はウエハ50を再び第1の成膜チャンバ5に移動させ、二回目の成膜処理をするが、このとき、一回目の成膜処理終了後に求められた膜厚及び膜厚分布に応じて、第1の成膜チャンバ5における二回目の成膜処理の条件を設定する。

【0081】

このとき、膜厚及び膜厚分布に応じて、それらのばらつきを補償する方向に電圧、かくはん条件等を設定し、ウエハ50表面における膜厚が均一になるようにする。

【0082】

こうして、第1の成膜チャンバ5における二回目の成膜処理をし、終了したら、搬送ロボット9によりウエハ50を、洗浄槽7、スピン乾燥装置8へと順次搬送し、それぞれで洗浄して乾燥した後に、膜厚測定装置11に移動させ、上述した動作と同様に、基板表面の複数箇所において薄膜の膜厚を求め、膜厚分布を求める。

その結果、膜厚及び膜厚分布が適正な値になっていたら、アンローダ4にウエハ50を搬送し、アンローダ4からウエハ50を取り出す。

【0083】

以上2回に分けて成膜する場合を述べたが、1回で所定の膜厚まで成膜を行い、膜厚分布を測定し、次の成膜時に前回の膜厚分布を補償する条件に成膜パラメータを再設定し、常に膜厚分布を制御するように成膜することも可能である。

【0084】

以上では、本発明の膜厚測定装置はめっき成膜装置1に設けられ、大気雰囲気中で膜厚を測定するものとしたが、本発明の膜厚測定装置はこれに限られるものではなく、例えば真空処理装置等にも適用可能である。

【0085】

図30の符号82に、本発明の一実施形態の真空マルチチャンバーを示す。このマルチチャンバー82は、平面が六角形状の搬送室69を有している。搬送室69には、第1～第4の処理室71～74と、搬出入室75とが、それぞれ真空バルブ78₁～78₅を介して接続されている。これらの各室には図示しない真空排気系が接続されており、それぞれの内部を真空排気することができるように構成されている。各真空バルブ78₁～78₅を閉じると、第1～第4の処理室71～74と搬出入室75の内部は、搬送室69から分離されるようになっている。

【0086】

搬送室69内には、搬送ロボット65が配置されている。この搬送ロボット65は、図示しない駆動機構により動作し、搬送室69の中心で上下方向に伸縮可能でかつ水平方向に回転可能な支持体64に取り付けられ、伸縮可能に構成されたアーム61、62と、アーム61、62の先端に取り付けられ、絶縁体からなるハンド63とを有しており、支持体64を回転させてアーム61、62を伸縮させることにより、その先端のハンド63を各室間で移動させることができる。またハンド63はその上面にウエハを載置できるように構成されており、ウエハをハンド63に乗せた状態で、そのウエハを各室71～75の間で搬送できるように構成されている。

【0087】

このマルチチャンバー82では、搬送室69の一部が側方に膨出されており、この膨出部分が測定室77になっている。この測定室77は搬送室69と一体で

あり、測定室 7 7 と搬送室 6 9 の間には真空バルブは配置されていない。

【 0 0 8 8 】

この測定室 7 7 内には、図 2 の膜厚測定装置 1 1 とほぼ同様の構成の膜厚測定装置 1 1 ' が設けられている。この断面図を図 3 1 に示す。図 3 1 は図 3 0 の K-K 線断面図である。かかるマルチチャンバー 8 2 では、第 1 ～第 4 の処理室 7 1 ～7 4 及び搬出入室 7 5 の間でウエハ 5 0 を搬送する際に、測定室 7 7 にウエハ 5 0 を挿入し、測定室 7 7 内の軸出し部 9 3 でウエハ 5 0 表面の中心軸線を求め、その中心軸線に基づいて、膜厚測定部 9 5 がウエハ 5 0 表面の金属薄膜の膜厚を測定することができるようになっている。

【 0 0 8 9 】

この膜厚測定装置 1 1 ' の構成は、図 2 で説明した膜厚測定装置 1 1 の構成とほぼ同様であるが、真空ポンプ 2 4 が設けられていない点と、支持台 1 3 の内部に吸着電極 8 5₁、8 5₂が配置され、これらの吸着電極 8 5₁、8 5₂が電源 8 6 に接続されている点で膜厚測定装置 1 1 と異なる。かかる膜厚測定装置 1 1 ' では、図 2 で説明した膜厚測定装置 1 1 と異なり、ウエハ 5 0 を支持台 1 3 の表面に載置した状態で、電源 8 6 を起動して吸着電極 8 5₁、8 5₂間に直流電圧を印加することにより、ウエハ 5 0 を支持台 1 3 表面に静電吸着することができる。

【 0 0 9 0 】

一例として、ウエハ 5 0 の表面に二層金属膜を成膜する際には、まず予め全ての真空バルブ 7 8₁～7 8₅を閉じ、第 1 ～第 4 の処理室 7 1 ～7 4 の内部を真空排気した状態で、搬出入室 7 5 内にウエハ 5 0 を搬入する。

【 0 0 9 1 】

次に、搬出入室 7 5 内部を真空排気して、所定真空度になったら、搬出入室 7 5 と搬送室 6 9 との間の真空バルブ 7 8₅を開き、搬送ロボット 6 5 のハンド 6 3 を搬出入室 7 5 内に入れ、ハンド 6 3 上にウエハ 5 0 を載せ、ウエハ 5 0 を搬出入室 7 5 から測定室 7 7 へと搬送する。

【 0 0 9 2 】

ウエハ 5 0 はハンド 6 3 からリフタ 1 4₁～1 4₄に載せ替えられた後に支持台 1 3 表面に移し替えられ、支持台 1 3 表面に載置される。

この状態で、図2の膜厚測定装置11と同様に、ウエハ50表面の中心と中心軸線とを求めてウエハ50表面での任意の位置の座標を定め、予め設定された測定位置に測定センサ部16を順次位置させ、交流電圧源36を起動して測定コイル31に交流電圧を印加してウエハ50内に渦電流を生成させ、薄膜が表面に成膜されていないウエハ50を測定コイル31に近接させた場合の、測定コイル31のインダクタンス成分の変化量の初期値を求めておく。

【0093】

次いで、第1の処理室71と搬送室69との間の真空バルブ78₁を開き、ウエハ50を搬出入室75から第1の処理室71内に搬送する。

次いで、第1の処理室71と搬送室69との間の真空バルブ78₁を閉じ、第1の処理室71内で所定の成膜処理をする。

【0094】

所定の成膜処理が終了したら、第1の処理室71と搬送室69との間の真空バルブ78₁を開き、ハンド63を第1の処理室71内に入れ、ウエハ50をハンド63上に移し替えた後、ウエハ50を第1の処理室71から測定室77へと搬送する。

【0095】

次いで、図2の膜厚測定装置11と同様に、ウエハ50をリフタ14₁～14₄上に移し替えた後に支持台13上に載せ替えてウエハ50の中心を支持台13の中心と一致させる。その後、ウエハ50を支持台13上に静電吸着させる。

【0096】

次いで、ウエハ50表面の、インダクタンス成分の変化量の初期値を求めた各測定位置に測定センサ部16を順次移動させ、各測定位置でインダクタンス成分の変化量を求めることにより、ウエハ表面に成膜された一層目の金属薄膜の膜厚を求め、一層目の金属薄膜の膜厚分布を求める。

【0097】

次に、ウエハ50をハンド63に載せ替え、第2の処理室72と搬送室69との間の真空バルブ78₂を開き、ウエハ50を第2の処理室72内に搬送し、第2の処理室72と搬送室69との間の真空バルブ78₂を閉じる。

【0098】

次いで、第2の処理室72内で、ウエハ50表面に二層目の金属薄膜を成膜する。このとき、一層目の金属薄膜の膜厚分布に基づいて二層目の金属薄膜の成膜条件を決定し、その成膜条件により二層目の金属薄膜を成膜する。

【0099】

こうして二層目の金属薄膜の成膜処理が終了したら、第2の処理室72と搬送室69との間の真空バルブ78₂を開くととともに、搬出入室75と搬送室69との間の真空バルブ78₅を開く。次いでハンド63を第2の処理室72内に入れてウエハ50をハンド63上に移し替え、第2の処理室72から搬出入室75へとウエハ50を搬送する。その後、搬出入室75と搬送室69との間の真空バルブ内の78₅を閉じ、搬出入室75内を大気雰囲気にした後に、ウエハ50を搬出入室75から取り出す。このように、本発明によれば、真空マルチチャンバー82の外へウエハ50を搬出することなく、簡単に薄膜の膜厚を求め、膜厚分布を知ることができる。

【0100】

なお、上述した各実施形態では、測定コイル31のインダクタンス成分の変化量を、マクスウェルのインダクタンスブリッジを用いて測定しているが、本発明はこれに限らず、測定コイル31のインダクタンス成分の変化量を測定できる高精度の測定装置であれば、いかなる装置でもよい。

【0101】

また、上述した各実施形態では、図5の回路図に示したように、インダクタンスブリッジ30の2個の出力端子43、44を膜厚測定器37の二つの入力に接続し、出力端子43、44間の電圧を測定してインダクタンス成分の変化を測定したが、本発明はこれに限らず、例えば図34に示すように、一方の出力端子44と、膜厚測定器37の一方の入力とをともに接地し、他方の出力端子43と、膜厚測定器37の他方の入力とを接続して、この出力端子43に現れる電圧を測定するように構成してもよい。

【0102】

さらに、本実施形態においては、基板が回転し、膜厚センサ部16が伸縮する

構成としたが、基板が例えばX方向にスキャンし、膜厚センサ部16がY方向にスキャンするようにし、基板全面を測定してもよい。ノッチ検出機構は、なるべく膜厚測定機構の近くに設けることにより、よりコンパクトな膜厚測定装置を実現できる。

【0103】

【発明の効果】

煩雑な作業を要せずに、簡単にかつ迅速に基板表面の薄膜の膜厚分布を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る成膜装置

【図2】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の構成を説明する断面図

【図3】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の構成を説明する平面図

【図4】 (a)：本実施形態で用いられるウエハを説明する平面図

(b)：本実施形態で用いられるウエハを説明する断面図

【図5】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定部を説明する図

【図6】 本発明の一実施形態に係る測定コイルと基準コイルとの位置関係を説明する図

【図7】 本発明の一実施形態に係る膜厚センサとレーザセンサとの位置関係を説明する断面図

【図8】 膜厚とインダクタンス成分の変化量との関係の一例を示すグラフ

【図9】 (a)：本発明の一実施形態に係るリフタの構成を説明する平面図

(b)：本発明の一実施形態に係るリフタの構成を説明する断面図

【図10】 (a)：本発明の一実施形態に係るリフタにウエハを載せる際の状態を説明する第1の図

(b)：本発明の一実施形態に係るリフタにウエハを載せる際の状態を説明する第2の図

(c)：本発明の一実施形態に係るリフタにウエハを載せた状態を説明する平面図

【図11】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第1の

図

【図 1 2】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 2 の

図

【図 1 3】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 3 の

図

【図 1 4】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 4 の

図

【図 1 5】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 5 の

図

【図 1 6】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 6 の

図

【図 1 7】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 7 の

図

【図 1 8】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 8 の

図

【図 1 9】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 9 の

図

【図 2 0】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 0

の図

【図 2 1】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 1

の図

【図 2 2】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 2

の図

【図 2 3】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 3

の図

【図 2 4】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 4

の図

【図 2 5】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 1 の

平面図

【図 2 6】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 2 の
平面図

【図 2 7】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 3 の
平面図

【図 2 8】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 4 の
平面図

【図 2 9】 本発明の一実施形態に係る膜厚測定装置の動作を説明する第 5 の
平面図

【図 3 0】 本発明の他の実施形態に係る真空マルチチャンバを説明する平面
図

【図 3 1】 本発明の他の実施形態に係る膜厚測定装置を説明する断面図

【図 3 2】 (a) : 従来用いられるウエハを説明する平面図

(b) : 従来用いられるウエハを説明する断面図

【図 3 3】 (a) : 従来の膜厚測定方法を説明する平面図

(b) : 従来の膜厚測定方法を説明する断面図

【図 3 4】 本発明のその他の実施形態の膜厚測定装置を説明する図

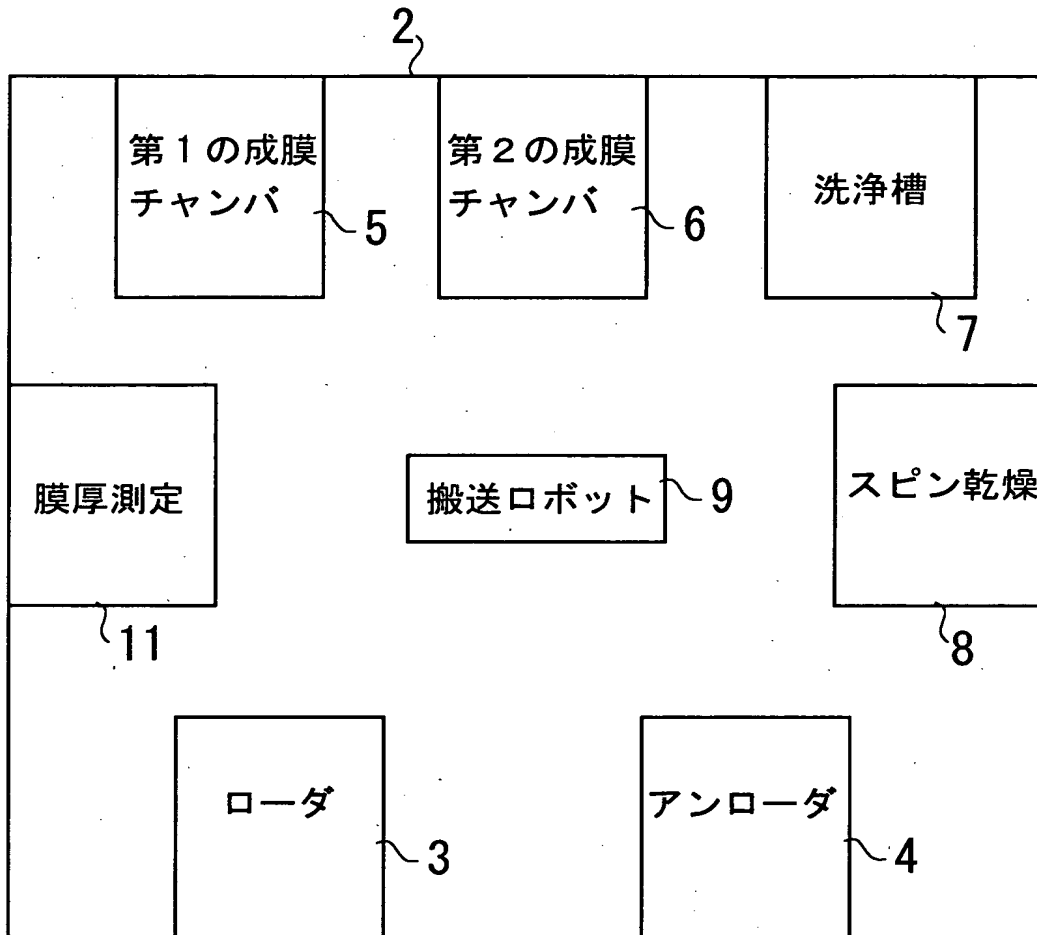
【符号の説明】

- 1 ……めっき成膜装置(成膜装置)
- 1 3 ……支持台
- 1 4₁ ~ 1 4₄ ……リフタ
- 1 5₁ ……発光装置
- 1 5₂ ……受光装置
- 2 5 ……測定装置
- 3 1 ……測定コイル
- 3 2 ……基準コイル
- 3 6 ……交流電圧源(電源)
- 5 0 ……ウエハ(基板)
- 5 3 ……ノッチ(切り欠き)
- 8 2 ……真空マルチチャンバ(成膜装置)

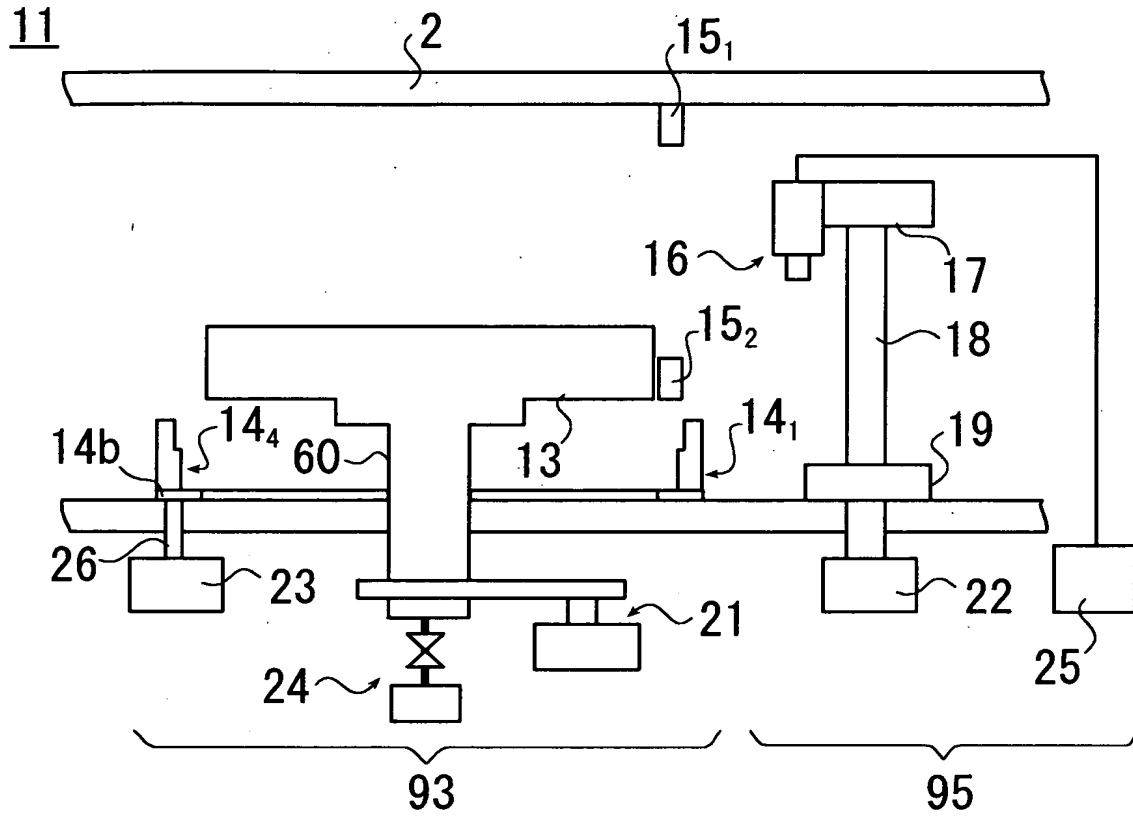
【書類名】 図面

【図1】

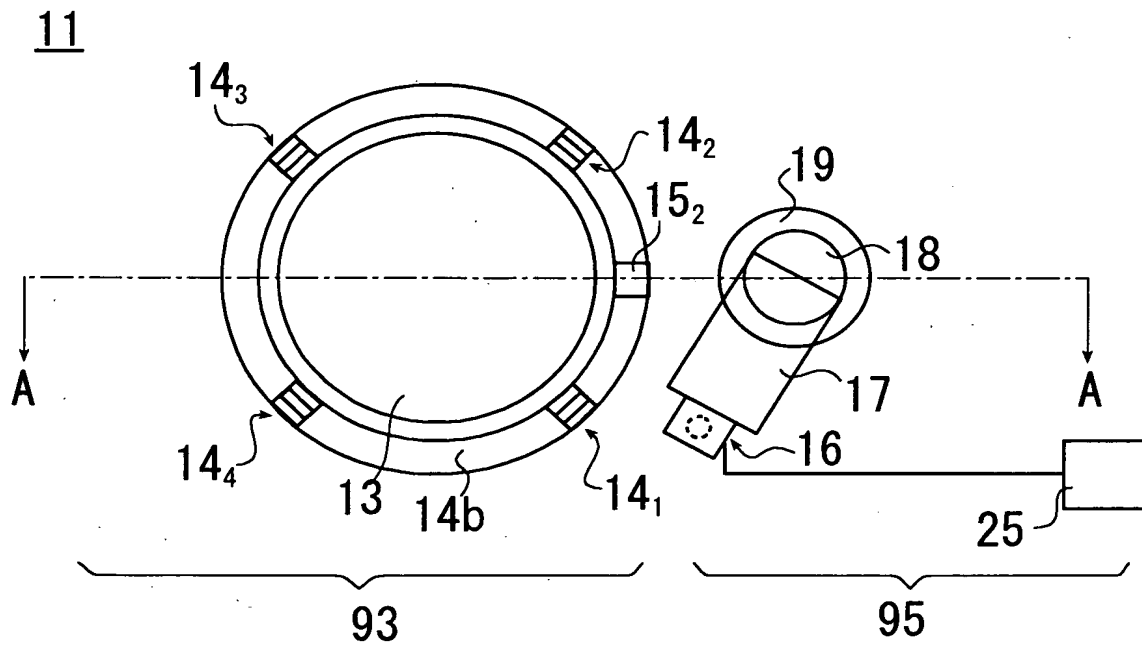
1



【図 2】

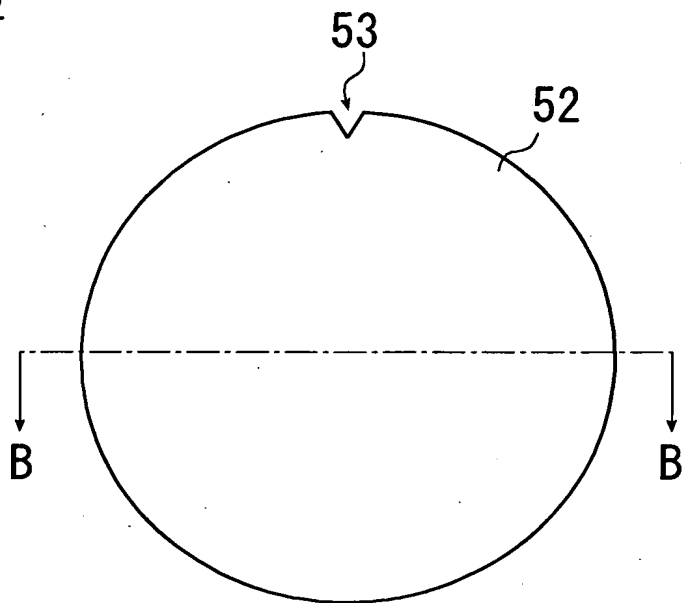


【図 3】



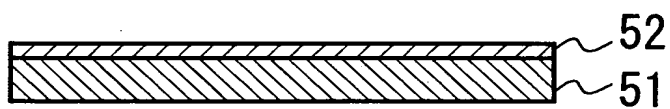
【図 4】

50



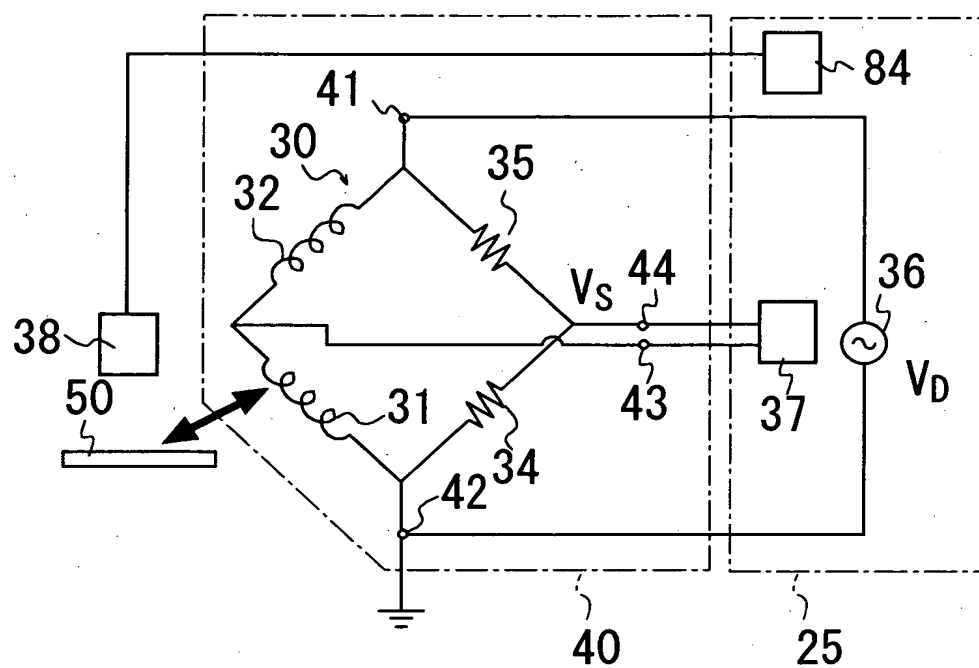
(a)

50

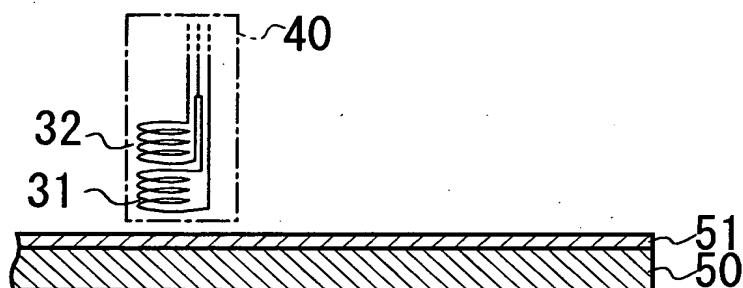


(b)

【図 5】

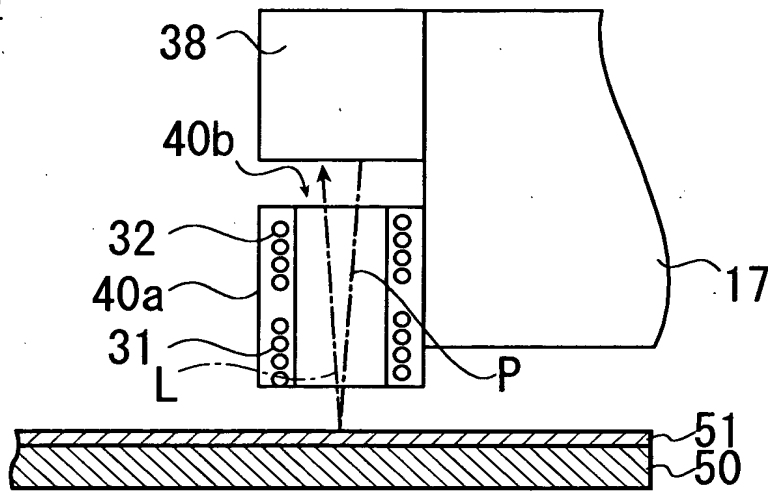


【图 6】

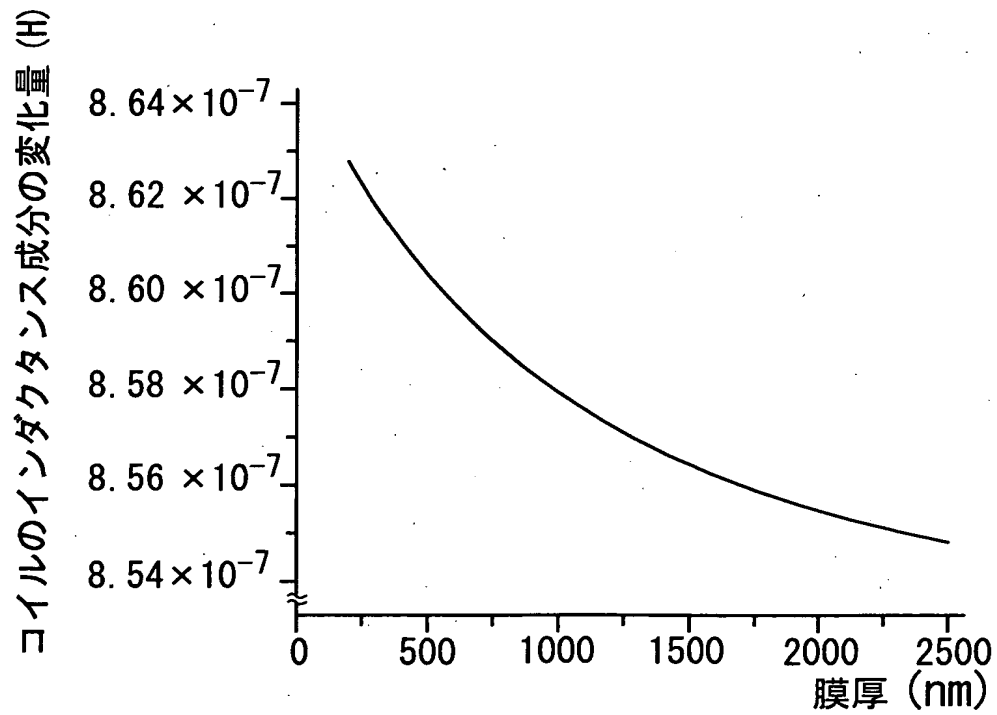


【図 7】

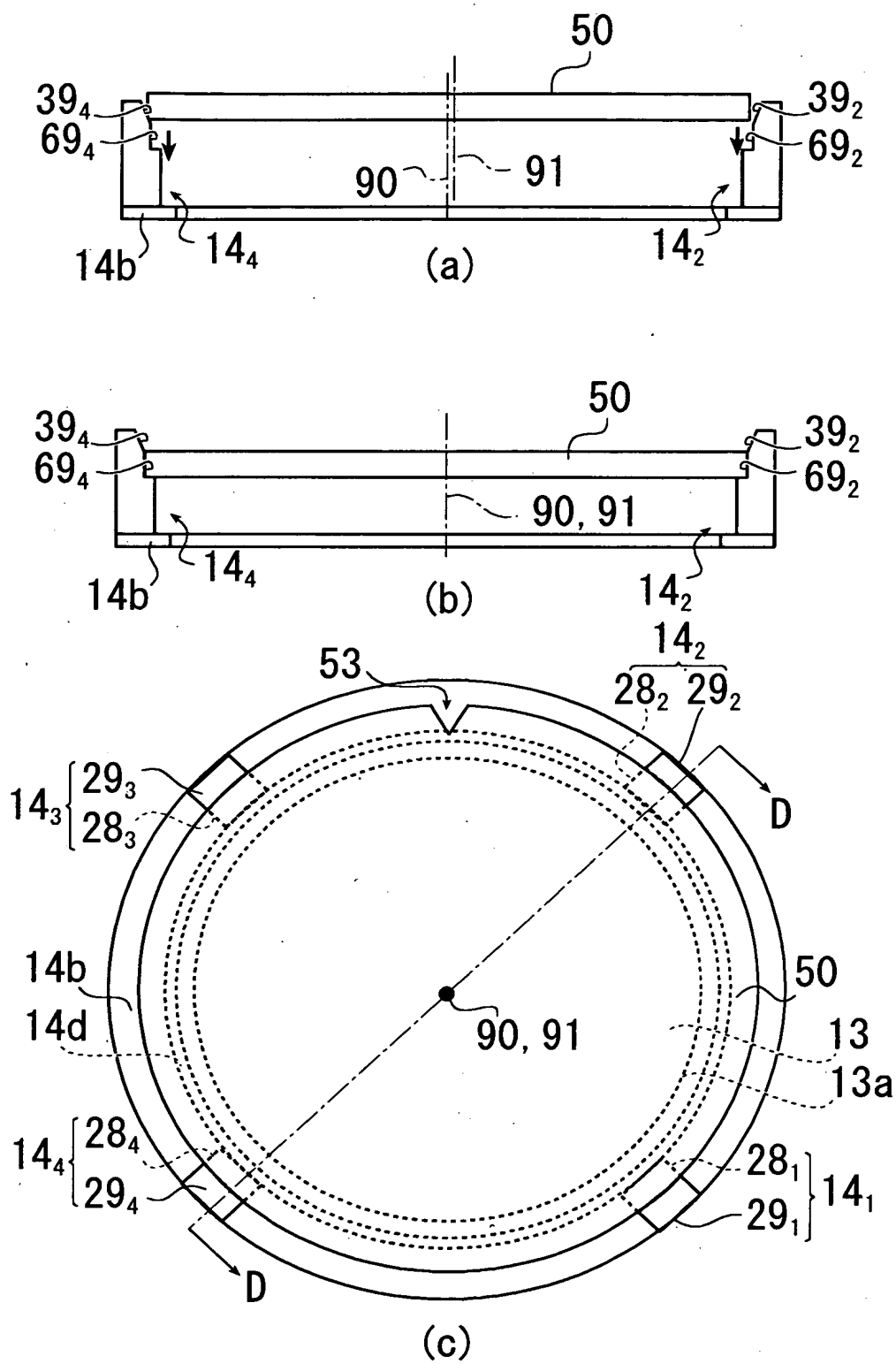
16



【図 8】

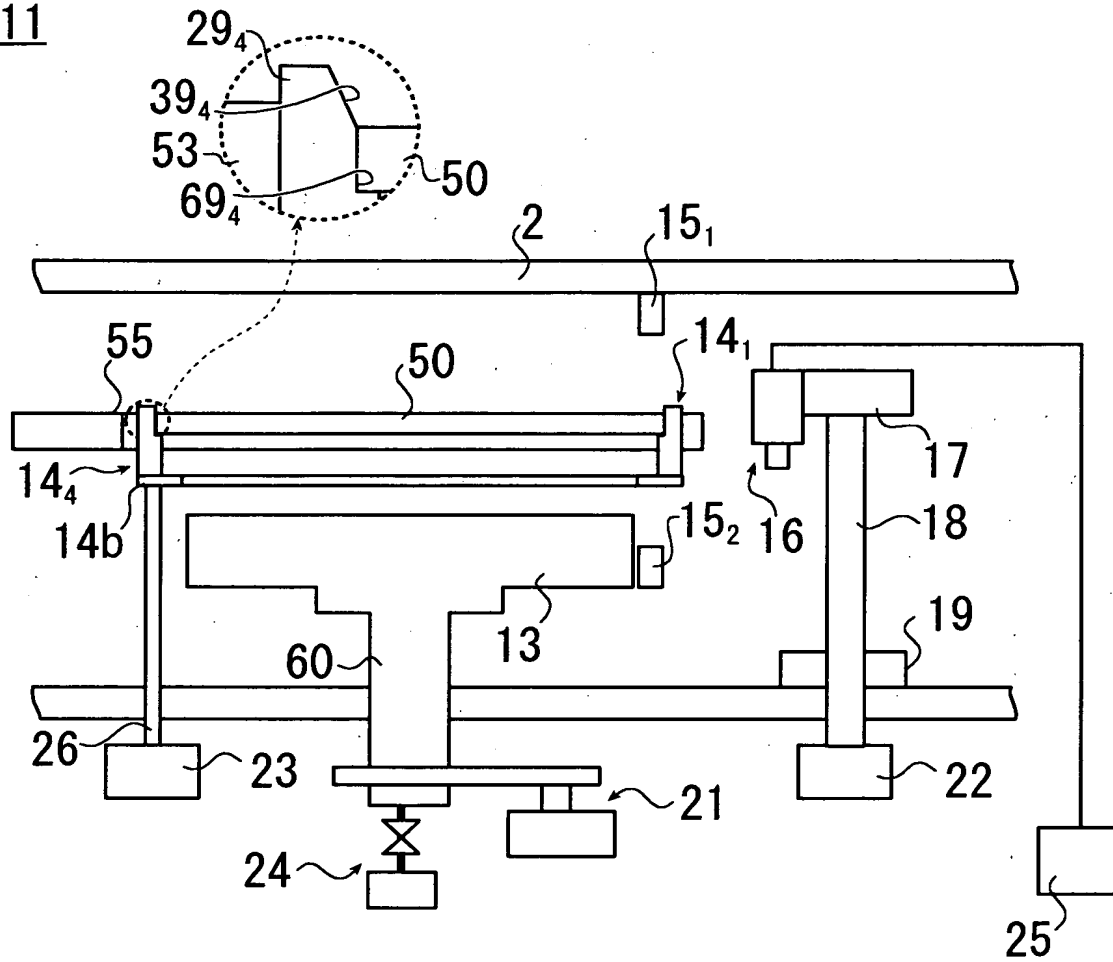


【図10】



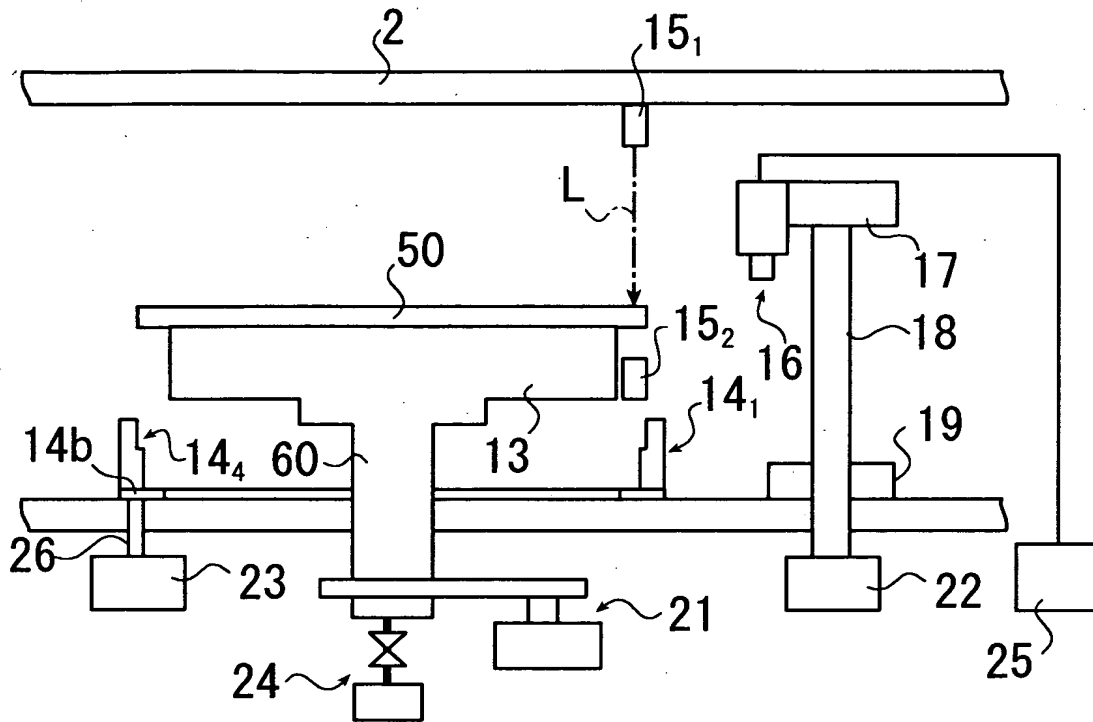
【図 12】

11



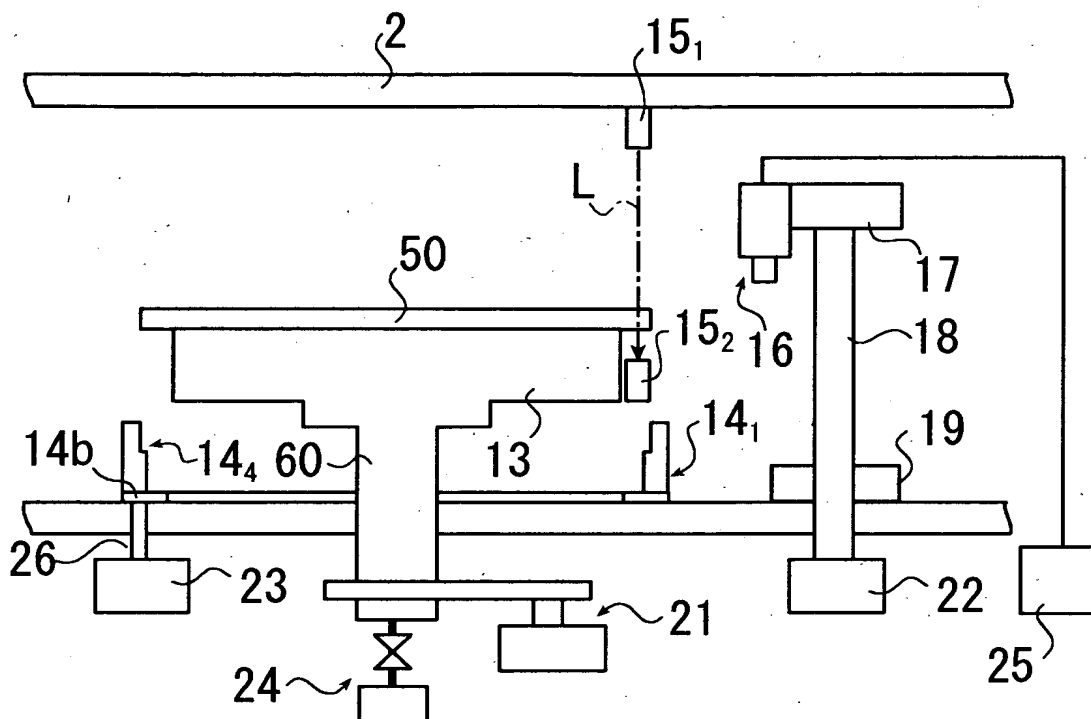
【図 1 5】

11



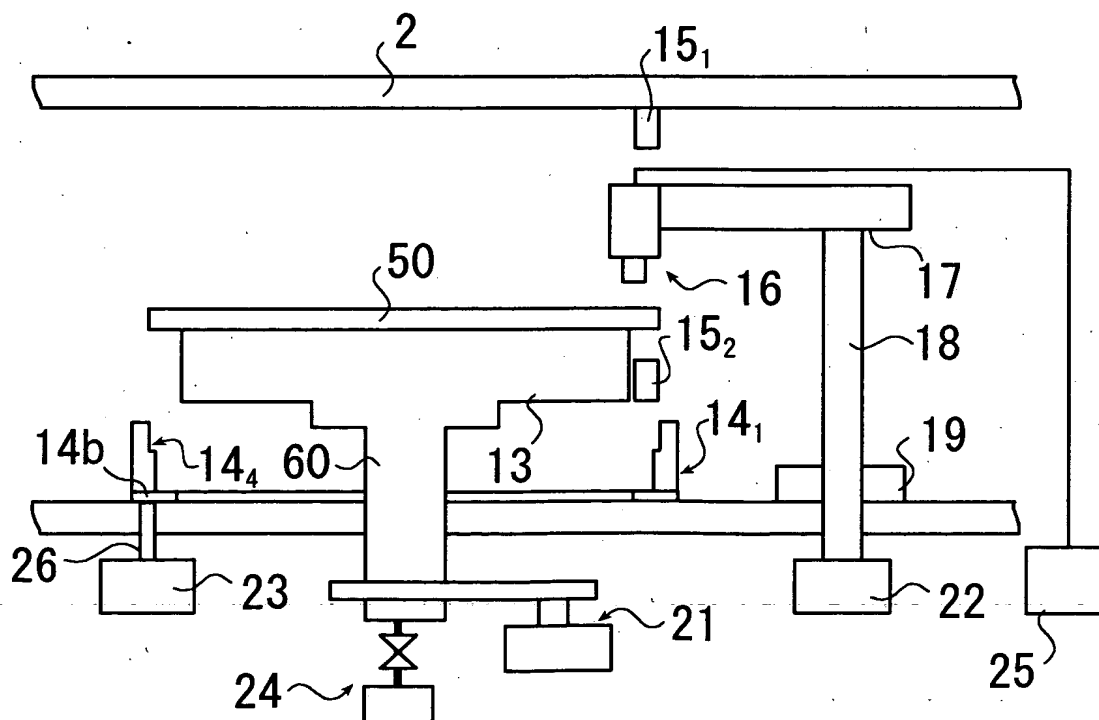
【図 16】

11



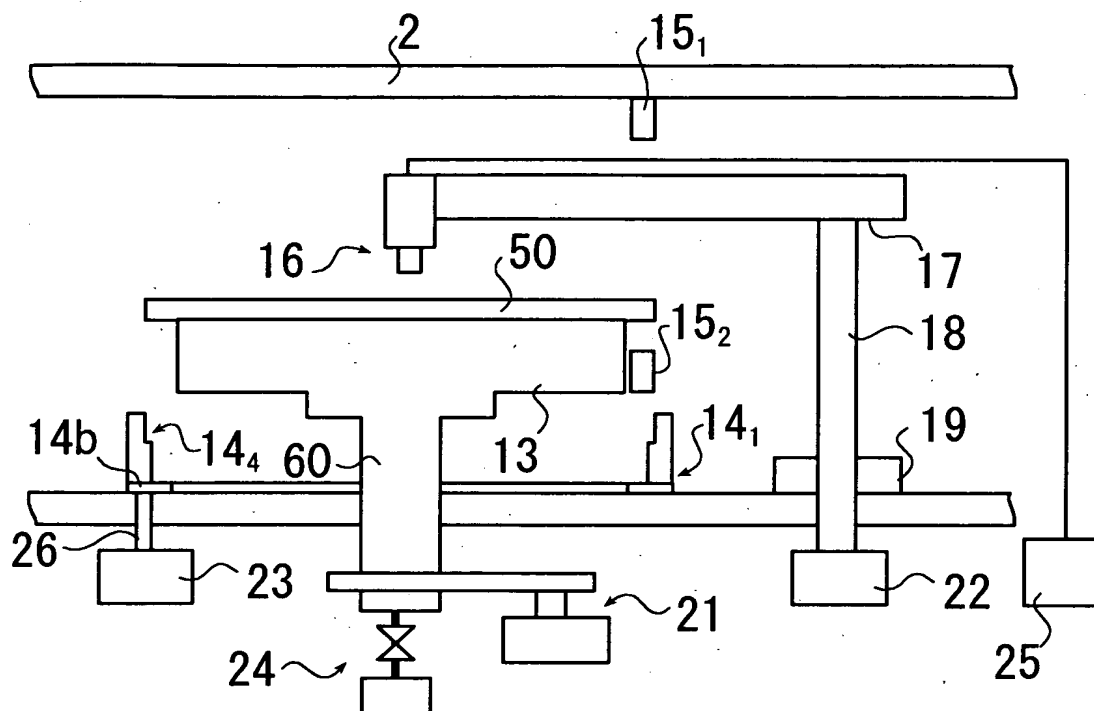
【図 1.7】

11



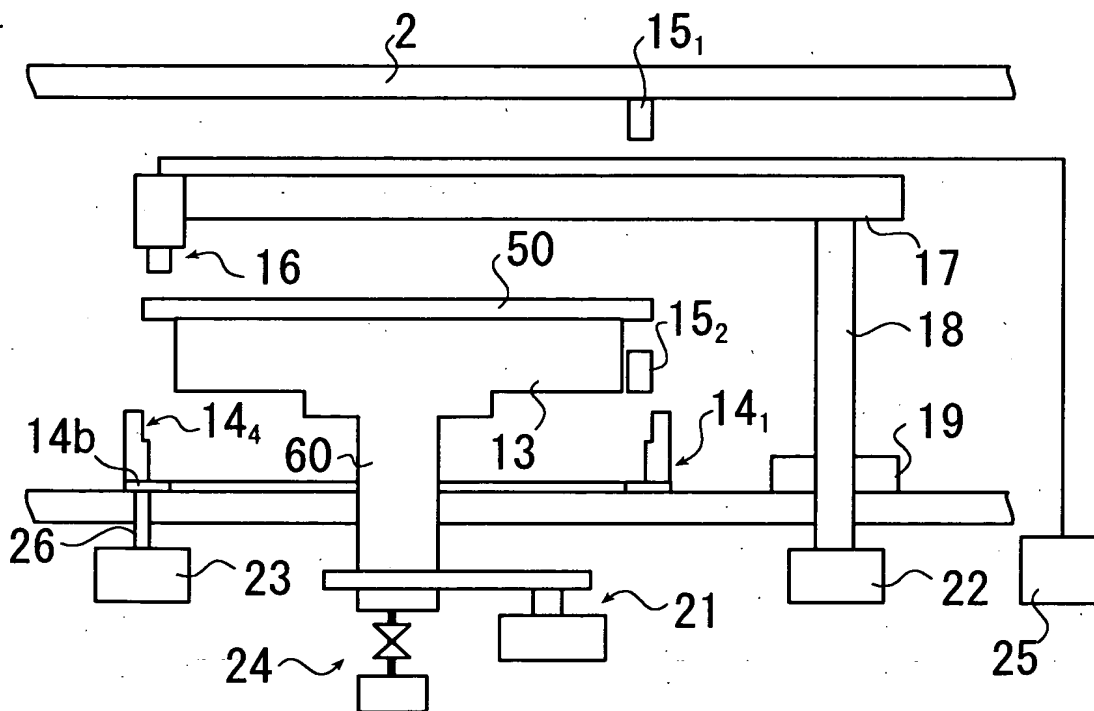
【図18】

11



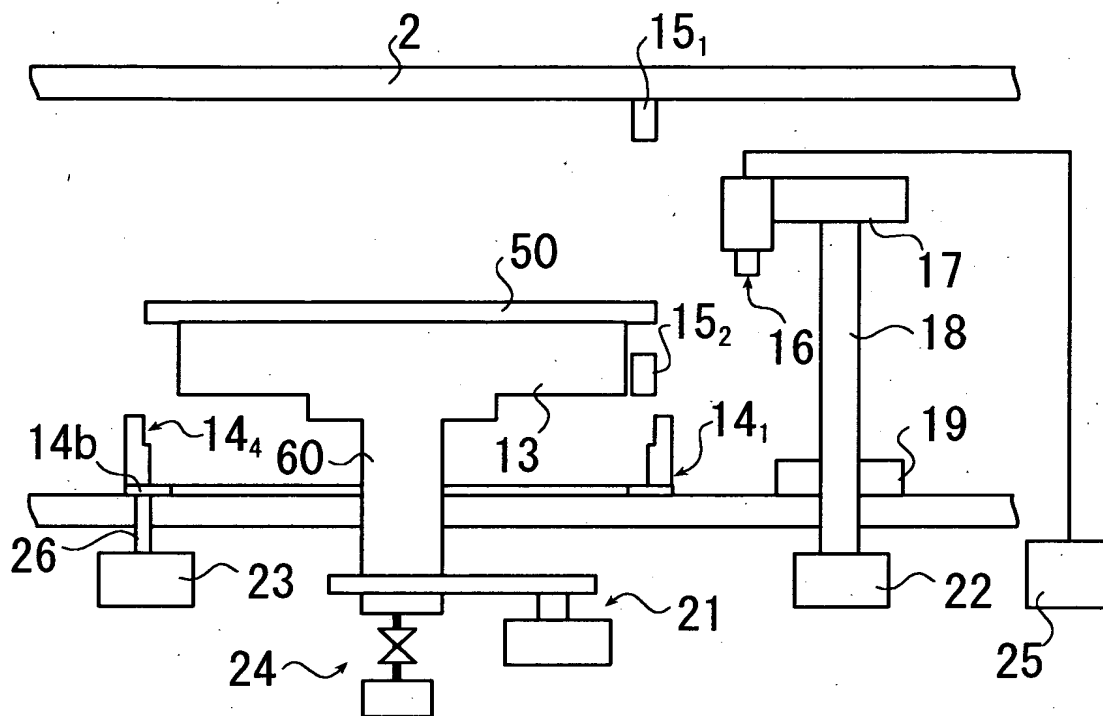
【図19】

11



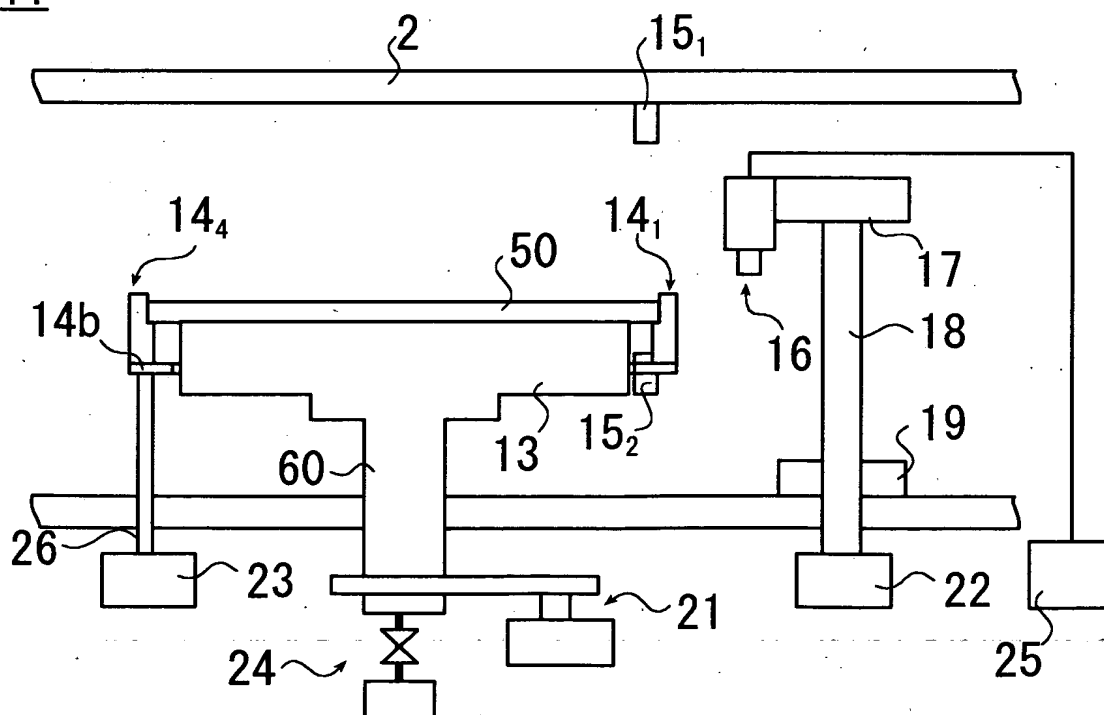
【図 2 0】

11



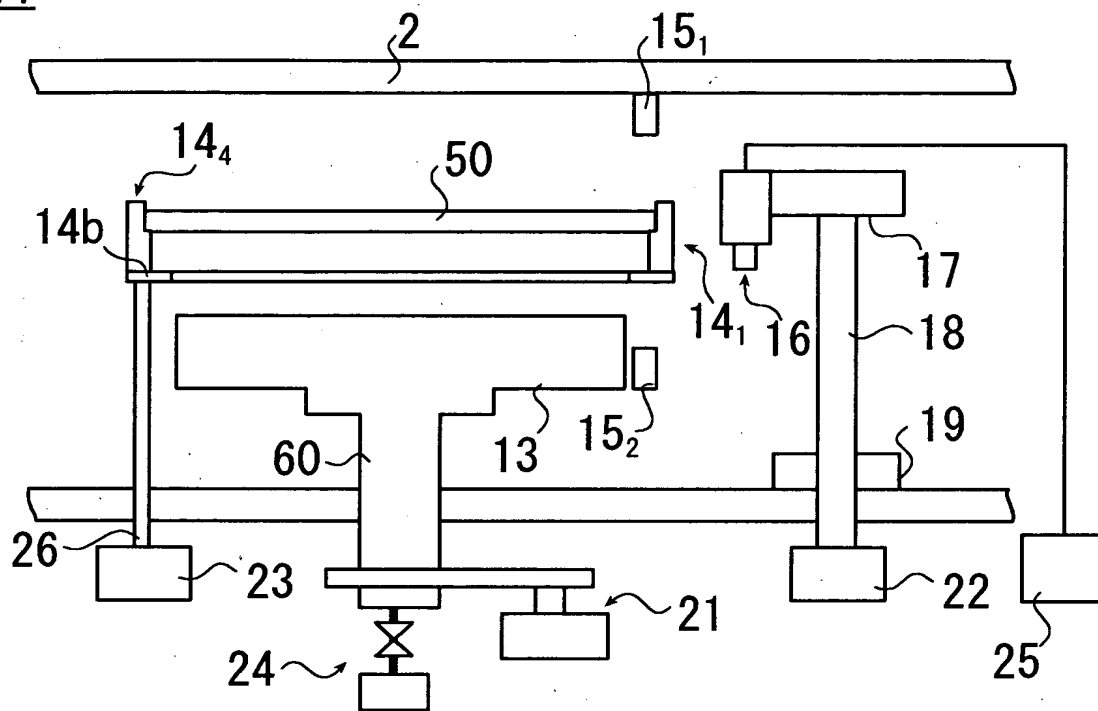
【図 2 1】

11



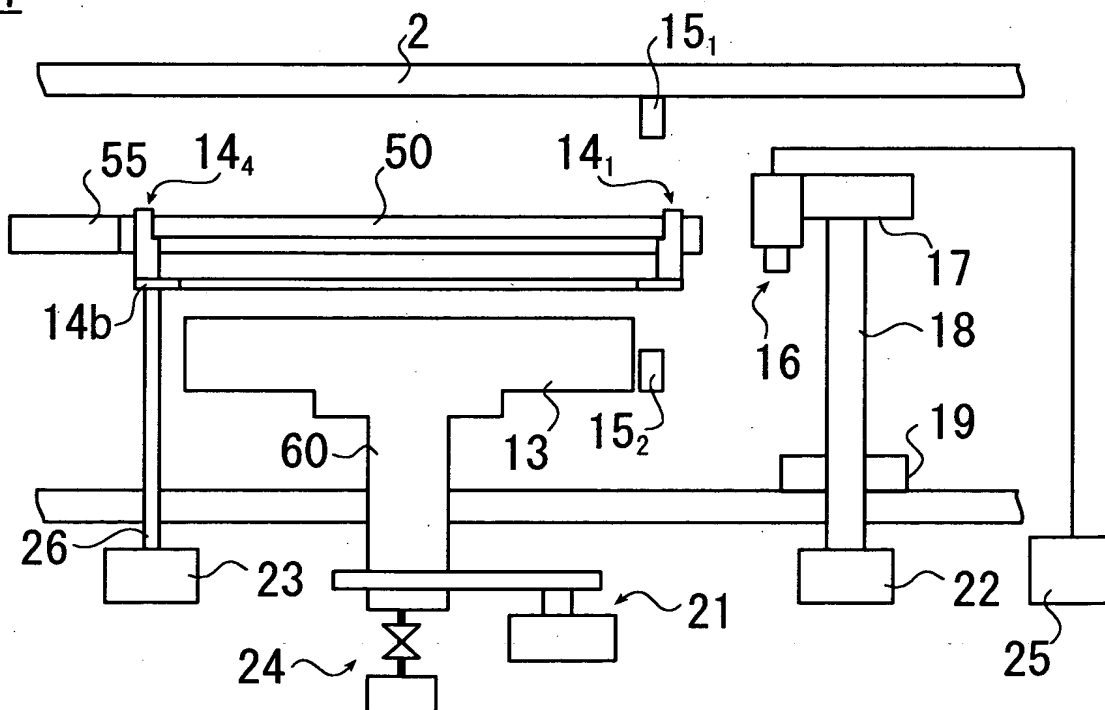
【図 22】

11

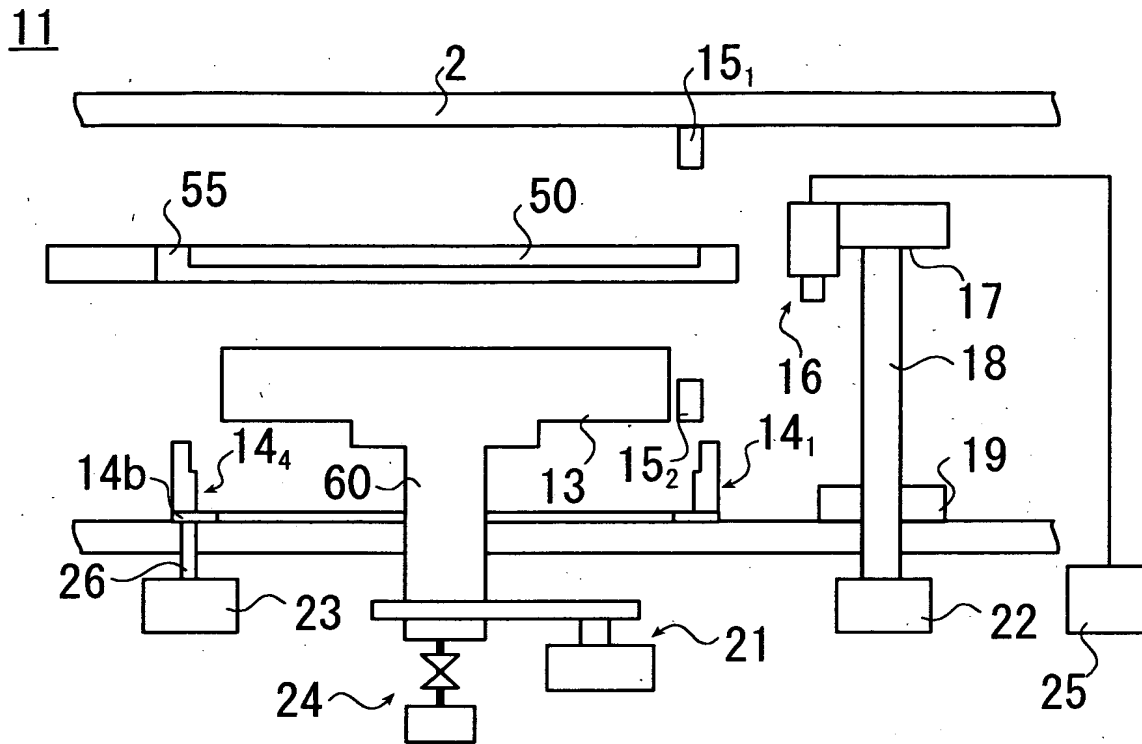


【図 23】

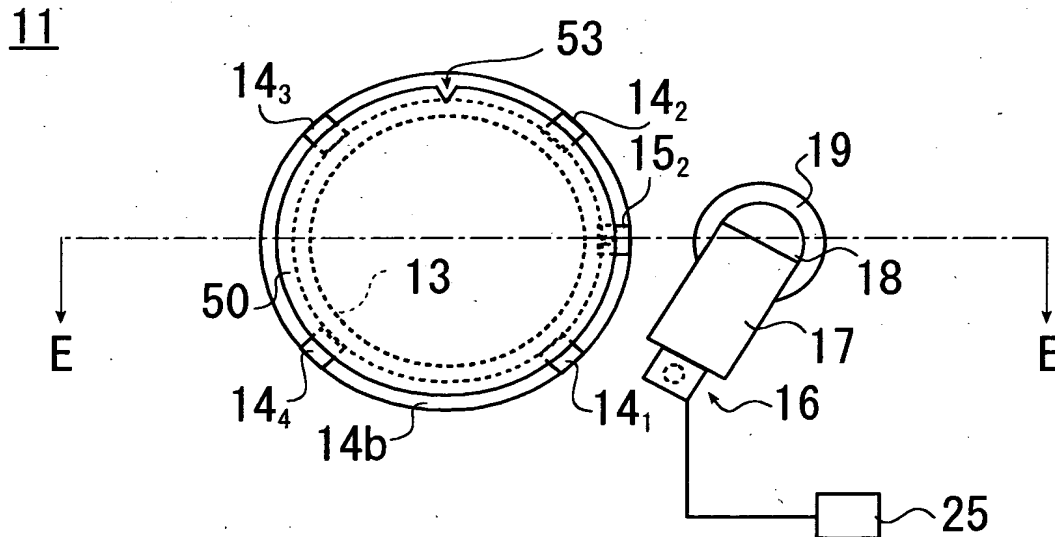
11



【図 24】

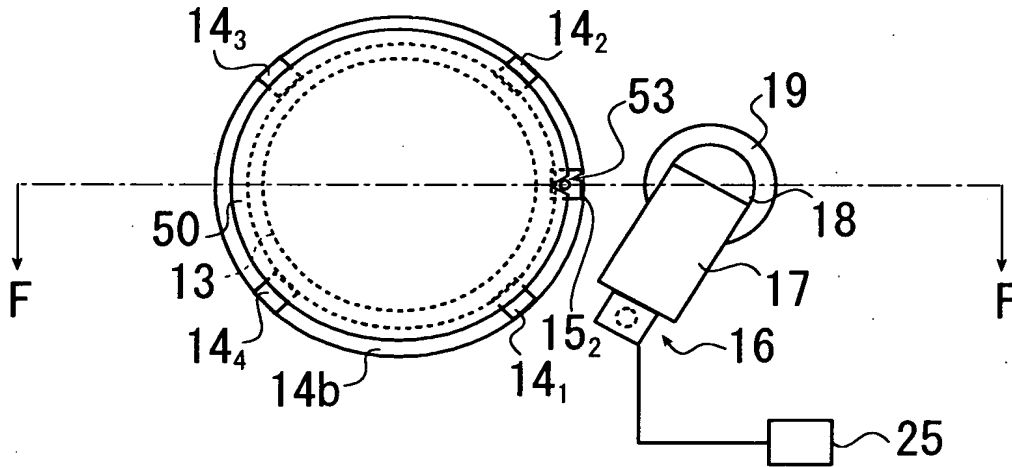


【図 25】



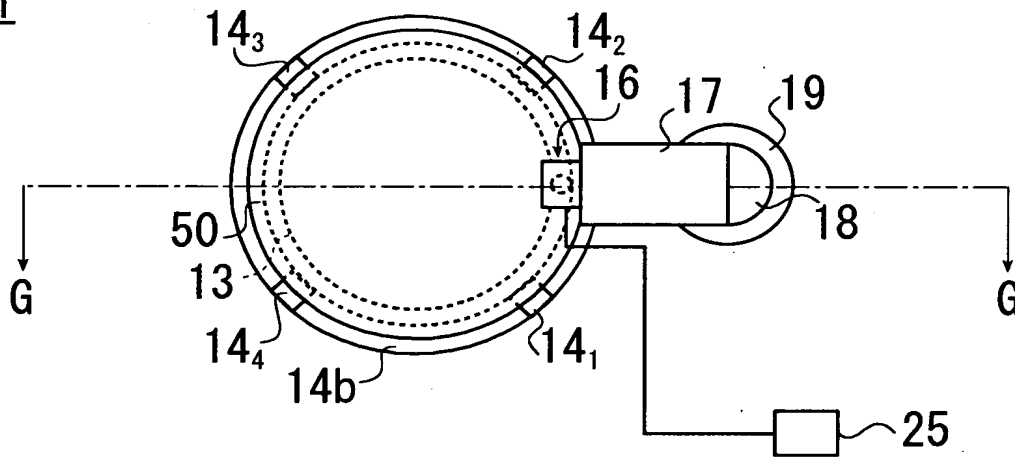
【図 2 6】

11



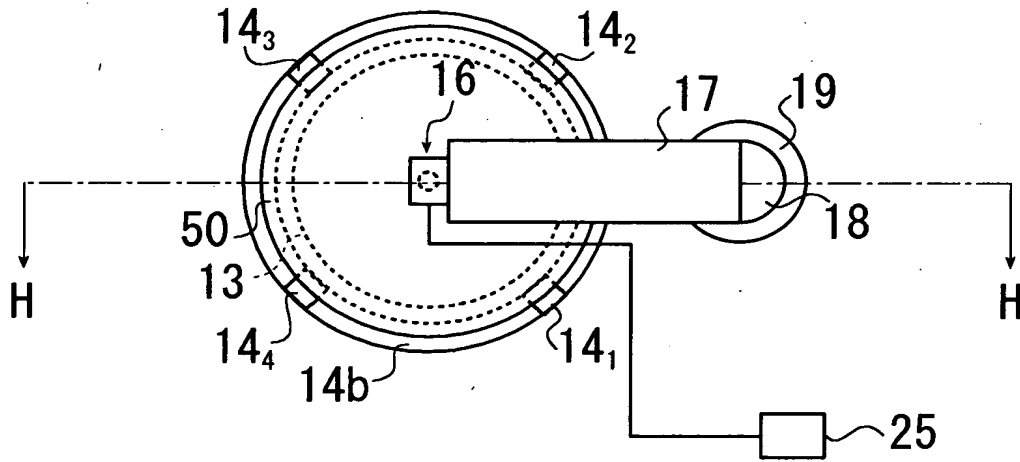
【図 2 7】

11



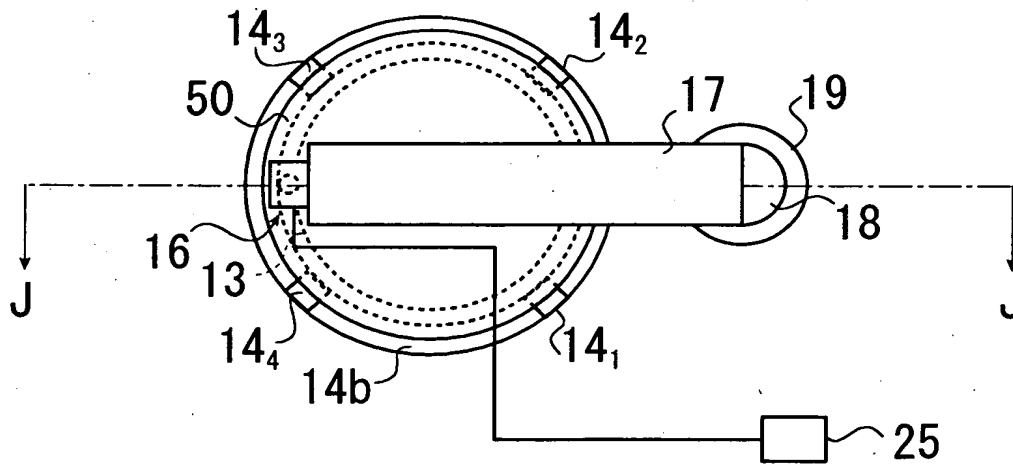
【図 2 8、】

11

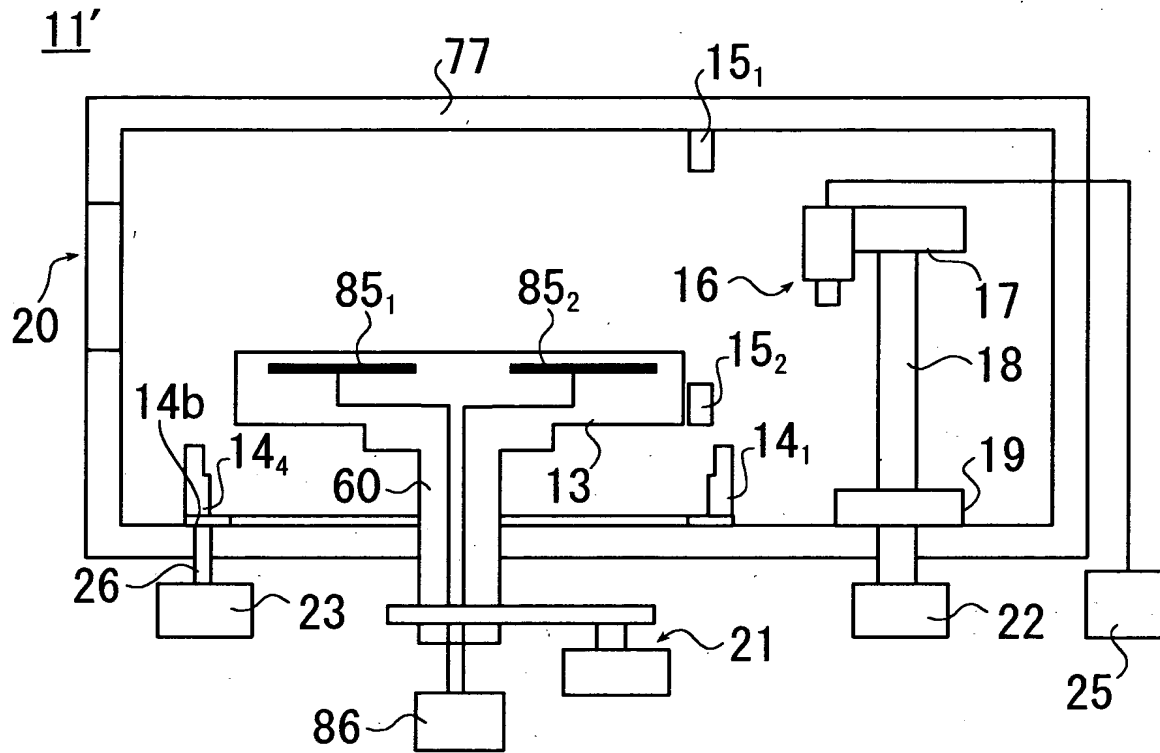


【図 2 9】

11

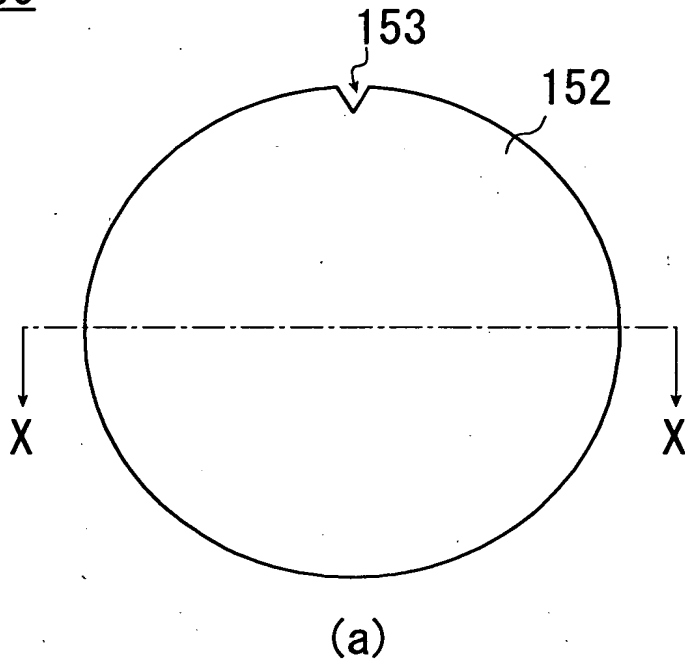


【図 31】

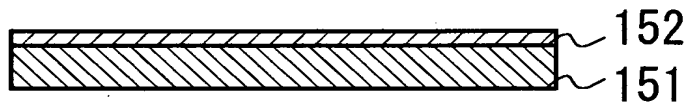


【図 3 2】

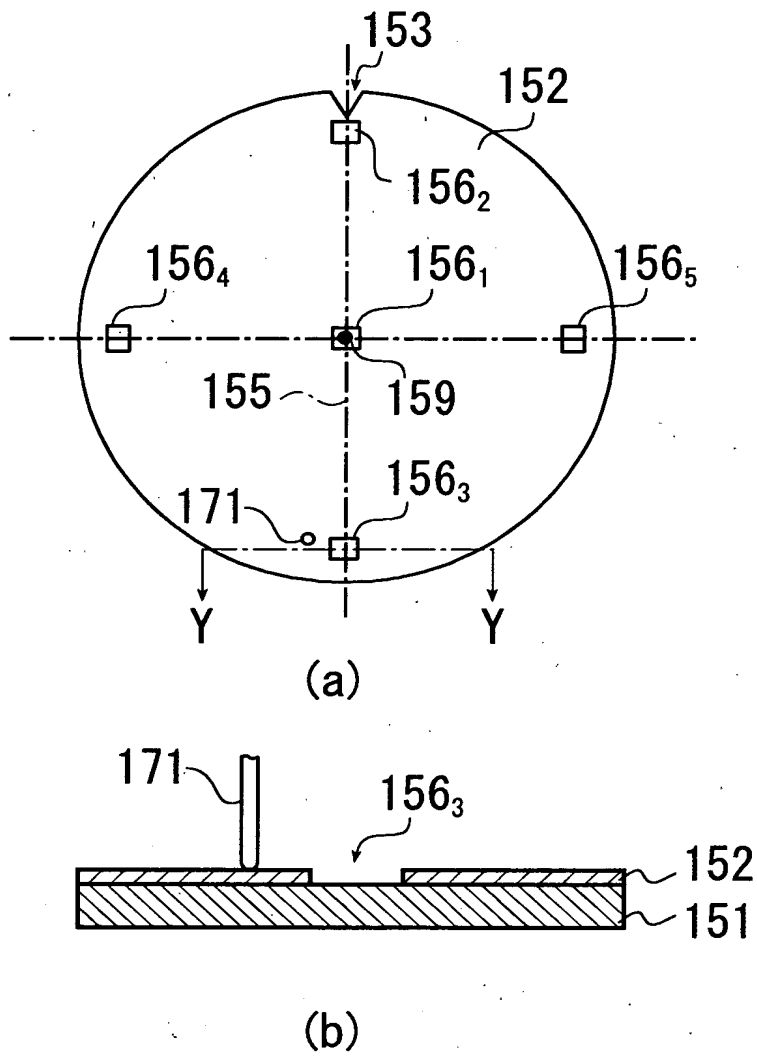
150



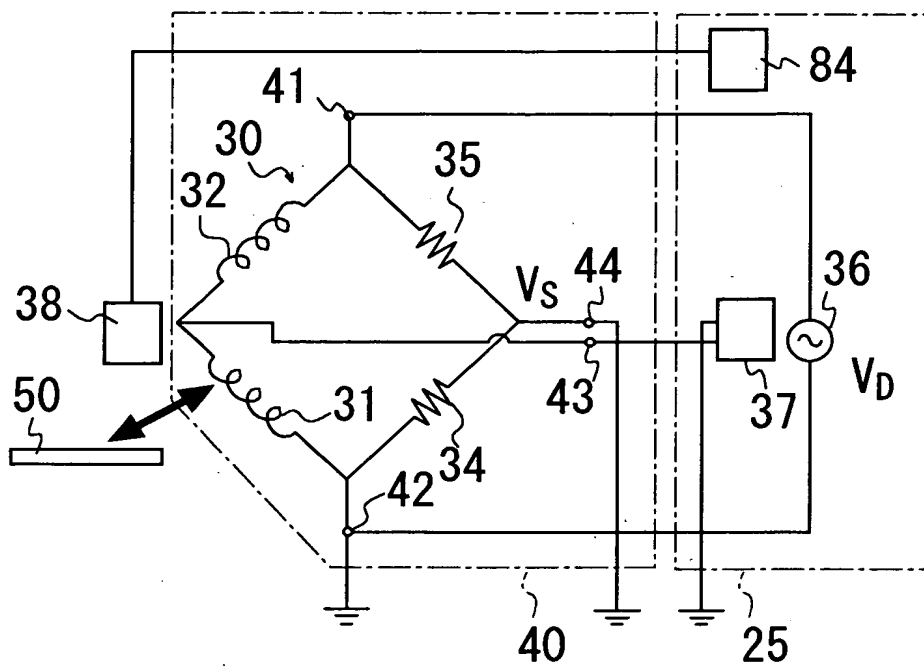
150



【図 3. 3.】



【図 34】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】導電性薄膜が表面に成膜された薄膜の膜厚分布を容易に求めることができる技術に関する。

【解決手段】本発明の膜厚測定装置 1 1 は、リフタ 1 4 と、支持台 1 3 と、発光装置 1 5₁ と受光装置 1 5₂ とを有している。リフタ 1 4 は、ウエハ 5 0 の中心が支持台 1 3 の中心と一致した状態でウエハ 5 0 を支持台 1 3 表面に載せ、ウエハの中心を求める。ウエハの中心でウエハ 5 0 を回転させながら発光装置 1 5₁ がウエハ 5 0 の周縁にレーザ光を照射し、レーザ光がノッチ 5 3 を通るか否かでノッチ 5 3 の位置を検出することができる。こうしてノッチ 5 3 の位置とウエハ 5 0 の中心の位置を検出してウエハ 5 0 表面の中心軸線を求め、この中心軸線とウエハ 5 0 の中心とでウエハ 5 0 表面での任意の位置の座標を定めることができ、所定位置におけるウエハ 5 0 表面の薄膜の膜厚を求めることができる。

【選択図】 図 1

特 2 0 0 0 - 3 7 2 4 5 6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 7 2 4 5 6
受付番号	5 0 0 0 1 5 7 7 9 5 0
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成12年12月 7日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000231464]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
氏 名 日本真空技術株式会社
2. 変更年月日 2001年 7月18日
[変更理由] 名称変更
住 所 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
氏 名 株式会社アルバック